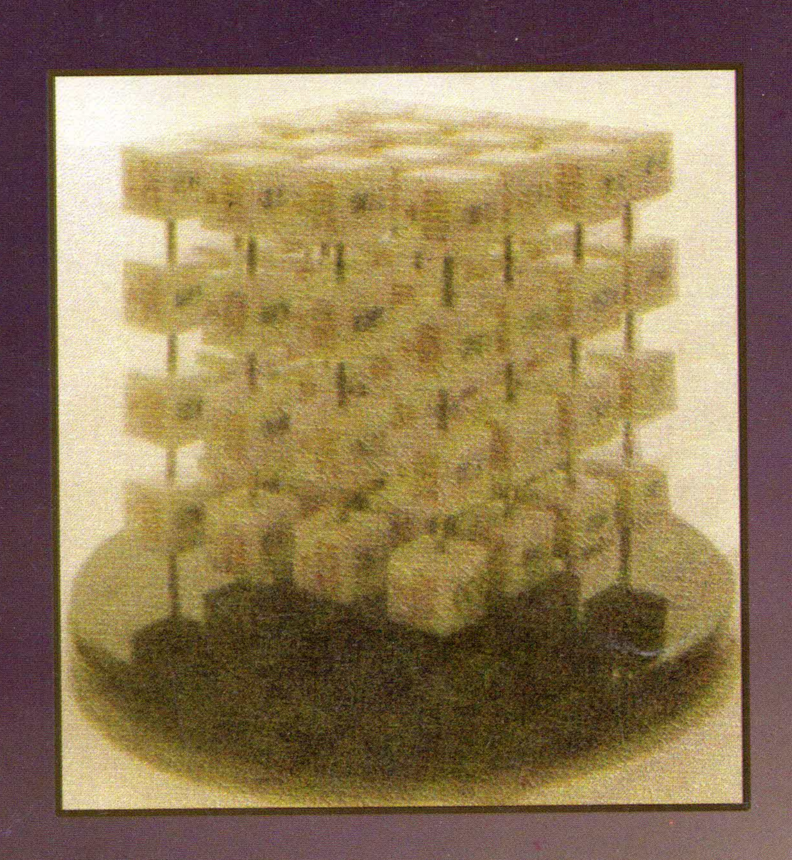
المجلس الأعلى للثقافة



المشروع القومي للترجمة

الشفرة الوراثية وكتاب التحولات

(طاو الحياة)



تأليف : جونسون ف. يان

ترجمة : عـــزت عـــامر

مراجعة : عمر الفاروق عمر

706





يمثل هذا الكتاب لنا نموذجًا لرأب الصدع بين المعارف القديمة والحديثة، ليس لمجرد العودة إلى الجذور ، ولكن لإضافة ما هو جديد فى مجال العلوم الحديثة التى بدأت تنتبه إلى أهمية إضافة البعد الأخلاقى للعلم لاستخدامه لصالح البشرية، وحتى يعرف الجميع أن التطور الإنسانى جهد عالمى تاريخى شامل تساهم فيه جميع الثقافات. وتكمن فى ثنايا الكتاب أيضًا إشارات إلى اتساع نطاق منابع المعارف ، وأنها ليست قاصرة على المنهج العقلى التجريبى، رغم أهميته وضرورته ؛ حيث إن الإنسان ظاهرة كونية تتضمن الجوانب المادية والروحية معًا دون انفصال، والمعارف العقلية والحدسية النابعة من الوحى. وحيث إن المعارف التراثية لدى كثير من الشعوب الشرقية ظلت زمنًا مديدًا تحافظ على وحدة جميع المعارف المادى منها والروحى ؛ فلم تعانِ من أزمة غياب الأخلاق التى يعانى منها العالم المعاصر فى مجتمعات عاجزة عن كبح نشاطاتها المدمرة للبيئة وللإنسان.

مكعب أو جين حاصل على براءة التصميم رقم 313.625 عن طريق مكتب براءة الاختراع فى الولايات المتحدة

غلاف: نجلاء فتحى

المشروع القومى للترجمة

الشفرة الوراثية وكتاب التحولات

(طــاو الحيــاة)

تأليف : جونسون ف. يان

ترجمة : عزت عامر

مراجعة : عمر الفاروق عمر



٢٠٠٥

صورة الغلاف إهداء من الفنانة بولا مورسون Paula Morrison

المشروع القومى للترجمة

إشراف : جابر عصفور

- العدد : ٧٠٦
- الشفرة الوراثية وكتاب التحولات (طاو الحياة)
- جونسون ف . يان
- عزت عامر
- عمر الفاروق عمر
- الطبعة الأولى ٢٠٠٥

هذه ترجمة كتاب :

DNA and the I CHING

THE TAO of LIFE

by : Johnsen F. Yen, Ph.D

شارع الجبلاية بالأوبرا - الجزيرة - القاهرة ت ٧٣٥٢٣٩٦ فاكس ٧٣٥٨٠٨٤

El Gabalaya St., Opera House, El Gezira, Cairo

Tel. : 7352396 Fax : 7358084.

تهدف إصدارات المشروع القومي للترجمة إلى تقديم مختلف الاتجاهات والمذاهب الفكرية للقارئ العربي وتعريفه بها ، والأفكار التي تتضمنها هي اجتهادات أصحابها في ثقافاتهم ولا تعبر بالضرورة عن رأي المجلس الأعلى للثقافة .

المحتويات

" To Suzie Alexander, and Benjamin "

" إلى سوزي وألكسندر وبنيامين "

مقدمة المترجم

مع التطور المذهل للعلوم والتقنيات المعاصرة اعتماداً على المنهج العلمى، ومع ظهور الاستعمار والعولمة التى تشوبها محاولة هيمنة الثقافة الغربية على الثقافات العالمية الأخرى، كان لا بد من البحث الدءوب عن كنوز تلك الثقافات خاصة ما يتعلق منها بالعلوم الطبيعية والإنسانية المشاركة فى النهضة العالمية الحديثة على أسس عميقة مستمدة من الثقافات القديمة، تلك الثقافات التى نظرت إلى العلوم الطبيعية كجزء من وحدة شاملة تجمع بين الإنسان والطبيعة، وليست محاولة للهيمنة على الطبيعة من أجل المصالح الأنانية التجارية قصيرة النظر للإنسان الباحث عن مجرد المنفعة الشخصية والربح المادى السريع. من هنا هذه المحاولة من العالم الباحث فى الوراثة الدكتور جونسون يان للربط بين المناهج والمعارف التى يتضمنها أحد أقدم الكتب الصينية "كتاب التحولات" وأحدث منجزات البيولوجيا الجزيئية فى مجال المادة الوراثية "الدنا"، وهى البنية المشتركة بين كل الكائنات الحية.

وما أجدرنا نحن العرب والمسلمين والمصريين أصحاب المنجزات العلمية العالمية التى أعطت انطلاقة تاريخية معروفة للعلم الحديث، أن ننظر إلى تلك المنجزات ليس من باب مجرد التفاخر ، ولكن بهدف ربط عطائنا التاريخى بالتطور العالمى للمعرفة العلمية الهادفة إلى إعمار الكون من أجل حياة أفضل للبشر جميعا، ومواصلة دورنا الإبداعى الرائد فى المجالات العلمية المختلفة.

وقد يمثل هذا الكتاب لنا نموذجًا لرأب الصدع بين المعارف القديمة والحديثة، ليس لمجرد العودة إلى الجذور ، ولكن لإضافة ما هو جديد فى مجال العلوم الحديثة التى بدأت تنتبه إلى أهمية إضافة البعد الأخلاقى للعلم لاستخدامه لصالح البشرية، وحتى يعرف الجميع أن التطور الإنسانى جهد عالمى تاريخى شامل تساهم فيه جميع الثقافات.

وتكمن فى ثنايا الكتاب أيضًا إشارات إلى اتساع نطاق منابع المعارف ، وأنها ليست قاصرة على المنهج العقلى التجريبى، رغم أهميته وضرورته ؛ حيث إن الإنسان ظاهرة كونية تتضمن الجوانب المادية والروحية معًا دون انفصال، والمعارف العقلية والحدسية النابعة من الوحى. وحيث إن المعارف التراثية لدى كثير من الشعوب الشرقية ظلت زمنًا مديدًا تحافظ على وحدة جميع المعارف المادى منها والروحى ؛ فلم تعانِ من أزمة غياب الأخلاق التى يعانى منها العالم المعاصر فى مجتمعات عاجزة عن كبح نشاطاتها المدمرة للبيئة وللإنسان.

والكاتب بوصفه عالمًا يحاول الغوص فى أحدث المنجزات فى مجال نظرية الكم والنظريات الرياضية ونظرية الاحتمالات والفوضى، لاكتشاف تناظرات وتكافؤات بينها وبين نصوص كتاب التحولات وحواشيه، لرأب الصدع بين المنجزات المعاصرة والثقافة الصينية القديمة، وضم المعايير الكيفية إلى التفكير الكمى الذى حصر العلم الحديث نفسه فيه، لعل ذلك يؤدى إلى تكامل نظرة الإنسان إلى ظواهر الطبيعة المحيطة به، ويلقى بعض الضوء على النطاقات الواسعة للمجهول ، وخاصة لغز الحياة: كيف للمادة البحتة أن يصدر عنها هذه التراكيب المعقدة المتنوعة للحياة فى شتى صورها؟ ولغز الوعى: كيف للتركيب المادى للمخ بأنشطته الكهربائية والكيماوية أن يصدر عنه وعى كل شخص بوجوده وخصوصيته وشخصيته الفريدة وترابط أحاسيسه تجاه الكون وتعقد مكونات وعيه من ذاكرة وانفعال وأهواء وظنون ويقين وخيال وعواطف؟

والفصول الأولى من الكتاب لا تحتاج من القارئ العادى إلى معلومات متخصصة فى الرياضيات والوراثة والكيمياء، لكن الفصول الأخيرة، التى تبدأ من الفصل الثامن (رياضيات الآى تشنج)، فإنها تحتاج إلى إلمام ولو بأساسيات الثقافة العلمية.

عزت عامر

القاهرة فى ١/١٢/٢٠٠٣

مقدمة

فى عام ١٩٥٠ حل فرانسيس كريك وجيمس واطسون لغز محتويات بنية الدنا DNA الحامض النووى الريبى المنقوص الأكسجين؛ فكشفا عن الآليات الكيميائية البيولوجية لانتقال الصفات الوراثية، مفتتحين بذلك عصر البيولوجيا الجزيئية. وبعد ثلاث عشرة سنة فُكت الشفرة الوراثية. وفى عام ١٩٧٤ نشر شاب حاصل على الدكتوراه فى البيولوجيا الجزيئية هو هارفى بيالى (وكان أيضًا شاعرًا ودارسًا للأديان الطائفية) فى مجلة أدبية "صغيرة" ملحوظته حول أن البنية الرياضية لجزىء الدنا مشابهة تمامًا لأكثر النصوص تبجيلاً فى الحكمة الصينية القديمة، الآى تشنج (كتاب التحولات).

ولاقى اكتشاف كريك وواطسون ترحيبًا فوريًا فى المجال العلمى كحدث بالغ الأهمية، مازال يعطى إلهاماته البيولوجية الجديدة، لكن بالنسبة لشخص مثلى يعتقد أن تحقيق تكامل بين الحكمة والعلم يجب أن يصاحب تطور العلم ذاته، من الواضح أن اكتشاف وجود تشابه موضوعى عميق بين كتاب فى الحكمة القديمة وبنية الجزىء العام للحياة يستحق تأملاً عميقًا. وأتمنى أن يكون هذا الكتاب مساهمة فى هذا التأمل وتحقيقًا لهذا التكامل.

ومن أجل أن يكون هذا التأمل بسيطًا، يهمنى أن أجعل الحقائق الأساسية حول بنية وتاريخ واستخدام الآى تشنج فى متناول هؤلاء الذين تعودوا على البيولوجيا الجزيئية، وأن أجعل التصور التفصيلى المناسب للبيولوجيا الجزيئية للدنا فى متناول العارفين بالآى تشنج، على أمل أن يحث هذا الإخصاب المتبادل بين مجالات المعرفة على مزيد من التأمل فى كلا المجالين، من أجل ذلك أعرض ملحوظاتى الخاصة حول التشابهات الجزئية بين هاتين المنظومتين.

وهذه التشابهات الجزئية متنوعة وموجودة على مستويات مختلفة.

وهناك مجالات واسعة جداً تتماثل خلالها حكمة الآى تشنج مع جوانب محددة فى المعرفة العلمية، وأيضًا مع مواقف فلسفية مشتركة بين الطاوين (طاو آى تشنج وطاو العلم). ولكن هناك ما هو أكثر عمقًا؛ حيث توجد تشابهات جزئية كثيرة بين الآى تشنج والشفرة الوراثية، ويجب توضيح هذه التشابهات من أجل التوسع فيها وتفسيرها. والتشابهات الجزئية الأكثر بروزًا فى هذا المجال هى الآتية:

● يعتمد الدنا والآى تشنج كلاهما على الشفرة الثنائية من الأحاديات العكسية الدلالة (صفر / واحد، ين / يانج على التوالى)، وتكون فى حالة (سكون أو حركة)، لتصبح رباعية من الثنائيات، فإذا نحن جعلناها بنى ثلاثية بإضافة أحادى جديد، صارت ثمانية كوانات صغيرة، ثم أننا نكرر الثلاثيات مرتين لتصبح بنى سداسية، تؤلف ٦٤ احتمالاً وصفيًا، أو كوانات كبيرة.

● يمثل كلا النظامين قواعد احتمالية للحصول على نتائج محددة (الجواب التنبؤى أو الحامض الأمينى).

● يحتوى كلا النظامين على عمليات تحويل وتغير؛ ففى الآى تشنج تتحول السداسيات إلى بنى أخرى سداسية خلال التبادل بين خطوط ين ويانج، وفى الدنا تحدث الطفرات الموضعية خلال التغيرات فى قواعد النكليوتيد.

وللعلاقات بين الآى تشنج وبعض جوانب العلم الطبيعى تاريخ يمتد بالفعل إلى ما قبل اكتشاف التشابه الجزئى بين الآى تشنج والدنا. وكان جوتفريد فيلهلم فون ليبنيز، مبتكر الحساب الثنائى والباحث المبكر فى مجال الاحتمالات منتبهًا لأهمية الآى تشنج خلال قراءته لأعمال البعثات التبشيرية التى ذهبت إلى الصين وكتب فى هذا الموضوع. وكان نيلز بور معجبًا بالعلاقة بين الآى تشنج والازدواجيات المتنوعة فى النظرية الكمية، وعندما حصل على لقب الفروسية، جعل شعار التاى تشى ☯ جزءًا من سترة الفروسية التى ارتداها.

وقد عولجت التشابهات الجزئية المحددة بين الآى تشنج والدنا المعروضة فى هذا الكتاب، مرتين من قبل، حسب علمي؛ حيث طوّر جونتر ستينت ملاحظات الدكتور بيالى فى "مجىء العصر الذهبى". ولقد انتبهت أنا نفسى لهذه التشابهات الجزئية من خلال

كتاب مارتين شونبيرجر "آى تشنج والشفرة الوراثية". وقد فُسر التشابه الرياضى التوليفى combinatorics analogy بأشكال مختلفة فى أعمال ستينت وشونبيرجر وفى أعمالى. ومهما يكن الاختلاف فأنا مسرور من إدراك أن هذا الطاو يمكن وصفه، حسب التعبير الصينى، بأنه "ليس الطاو الخاص بى وحيداً من نوعه".

وعلى المستوى الشخصى ارتبط هذا الكتاب بثلاثة عوامل هادية : الأول تعليق لفرانسيس كريك (اقتبسه هـ. ف. جودسون فى "اليوم الثامن فى الخلق") مؤداه أن الشفرة الوراثية "غير مكتوبة باللغة الصينية"، وبالطبع كان معنى مزحته ببساطة أن الشفرة الوراثية غير قابلة للفهم، لكننى بصفتى على علم بالتشابه الجزئى مع الآى تشنج (وكونى أنا نفسى صينى)، وجدت لدىّ الدافع لتحدى مقولته هذه. والعامل الثانى أننى عالم فيزياء ذو أصل صينى ، واستغرقت فى السنوات الأخيرة بشدة فى النظرية والممارسة المتعلقة بالآى تشنج. وأعددت ونشرت برنامج حاسبى بعنوان "الآى تشنج الحاسبى"، جاهز للاستخدام باللغتين الصينية والإنجليزية، وطوّرت "مكعب آى جين" لعرض التشابه الجزئى بين آى تشنج والدنا بالرسومات. وأعدتْ زوجتى فيما بعد نموذجًا أوليًا "لمكعب آى جين". وتُناقش هذه البنية فى هذا الكتاب لاحقًا. وأخيراً فإن معرفتى بعدد من الكتب الموجودة فى السوق حاليًا ، والتى تربط بين روح ومبادئ الحكمة الطاوية[1] والعلم الحديث – وبشكل خاص "طاو[2] الفيزياء" لفريتيوف كابرا و"طاو الطب" لستيفن فولدر – تشجعنى على محاولة التأليف فى نفس هذا الاتجاه.

وربما يكون الأكثر أهمية فى هذه الأسباب المذكورة هو خلفيتى الصينية وخبرتى كعالم. ولست أول كاتب لديه هذه الخلفية يبدى رأيًا حول التضمينات العلمية للآى طاو؛ حيث عرض الحاصلان على جائزة نوبل س. ن. يانج و ت. د. لى هذا الرأى فى كثير من المناسبات. واقتبس عالم الفيزياء البيولوجية باول تسو الجملة الأولى فى سداسى الآى تشنج "تشى يين" (السماء) فى كتابه عن الأحماض النووية. وهناك برنامج

(١) الطاوية هى النظرية الجوّانية الصينية المبنية على تعاليم لاوتسى، وتعتبر الكونفوشية هى مظهرها البرّانى، وقد عملت البوذية على التوفيق بينهما فى فترة ساد الخلاف بين أتباعهما، ووجدت إلى جانبهما – المراجع .

(٢) (الطاو: المبدأ الأول الذى ينبثق منه كل وجود وتغير فى الكون فى النظرية الطاوية. وأيضا فى متون سبيل الفضيلة فى الكونفوشية – المترجم) .

حاسبى من نشر وتوزيع عالم الفيزياء كى هوانج من معهد مساشوستس للتقنية حول الآى تشنج. وكتب الخبراء المعاصرون فى الآى تشنج كثيراً من المقالات والكتب، وهناك صحيفة خاصة يتم توزيعها فى تايوان. وليس لدى نفس الشهرة التى يتمتع بها هؤلاء العلماء والخبراء، ولكن قد يتضح هدفى بشكل أفضل من خلال المثل الصينى الذى يقول: "ابدأ العمل فى قطعة من القرميد لكى يساهم الآخرون بجهدهم".

كانت لدى – ومازالت – ميزة قدرتى على قراءة الأعمال الكلاسيكية الصينية المرتبطة بالآى تشنج بلغتها الأصلية. ويفهم أصدقائى الصينيون بالطبع، وأغلبهم فى تايوان، هذه النصوص فهماً أكثر عمقاً منى، لكننى أعزى نفسى بأنه قد يكون لدى ما لا يملكونه: وهو المعرفة بالتقنية العالية والتقنية البيولوجية. وبالنسبة للعلماء الأمريكيين الصينيين الآخرين ، فإن أغلبهم لا يشغل نفسه بالآى تشنج. وحيث إن الجمع بين الخلفية العلمية المعاصرة والخبرة والممارسة فى مجال الثقافة القديمة ليس أمراً شائعاً، فإن مساهمتى تبدو مبررة.

وإنه لأمر مربك بالنسبة إلىّ أن أسلم بأننى تعلمت الآى تشنج هنا فى الولايات المتحدة. وكما كنت أقول لنفسى دائماً وأنا متألم : إن الجمعيات فى كلٍّ من الصين وتايوان لا تشجع على دراسة الآى تشنج وارتباطه بالعلم، رغم أن هذا الموقف قد لا يعود إلى سياسية متعمدة. وأقرب الظن أن هذا الموقف ناشئ عن عقدة الشعور بالدونية الثقافية، ذلك الشعور الذى تعانى منه الصين نتيجة قرنين من الذل فى قبضة القوى الغربية واليابان. وقد قصّر الخبراء القدامى فى الآى تشنج دراساتهم على الأمور النصيّة والفلسفية، متجاهلين التضمينات الرياضية والعلمية. وكانت النتيجة أن العلماء فى الصين لم تكن لديهم الفرصة لدراسة هذه التضمينات. وعلى أية حال فإن علماء الصين بشكل عام هم الذين أعلنوا أن الآى تشنج غير علمى وغير جدير بالدراسة. ومثلهم إلى حد ما مثل العلماء التقليديين الذين دعموا الحتمية النيوتونية حتى بعد أن اكتسحت الثورة الكمية كل عالم العلم الغربى.

ومن الواضح أن التنبؤ بالآى تشنج لم يتضمن حريق الكتب (حوالى ٢٢٠ قبل الميلاد) الذى ارتكبه الطاغية شين شى هوانج ت. وهو أيضاً جانب من الموضوع قد

يفضل حكماء الآى تشنج عدم الخوض فيه! وكثير من الكتب حول الآى تشنج، متضمنة الترجمة الإنجليزية لجيمس ليدجى، كتبها أشخاص كانوا يرفضون استخدامها فى العرافة، وكانوا بصراحة ضد مثل هذه الممارسات.

والتنبؤ على كل حال هو الرابطة الأساسية بين الآى تشنج والرياضيات التوليفية ورياضيات الاحتمالات probabilistic mathematics . ومن خلال هذه الرابطة يمكن تأسيس علاقات مع علمى الفيزياء والبيولوجيا. وبدون الإشارة إلى القدرة على التنبؤ، يبدو الاختلاف ضئيلاً بين الآى تشنج والأعمال العقائدية الأخرى مثل أعمال كونفوشيوس أو حتى "اقتباسات الرئيس ماو"، والذى يميز الآى تشنج عن الأعمال الأخرى هو أنه عمل يمثل العملية الديناميكية التى تتعامل مع التغيرات، إنه فى حد ذاته عملية "صيرورة" وليس حالة "وجود" سلبية ساكنة.

ويعتبر هذا الكتاب مدخلاً إلى العلاقة بين الطاو والعلم، بهدف الحث نحو مزيد من التفكير الدقيق فى مجال تطور الحياة والوعى وخلافه. كان العلم مثمراً جداً فى تحويل الحقيقة الفيزيائية إلى رياضيات (على هيئة أرقام وصيغ)، وليس العكس. ويعمل طاو الآى تشنج بطريقة عكسية ؛ حيث يحاول استخلاص المعانى الفيزيائية أو الميتافيزيقية من الجمع بين الأرقام والرموز.

وقد حاولت المحافظة على استخدام المصطلحات الرياضية فى حدودها الدنيا بأمل أن أجعل أفكارى متاحة حتى لمن يعانون من "رهاب الرياضيات". من ناحية أخرى؛ فقد كان من المستحيل تجنب استخدام الرياضيات بشكل كامل؛ حيث إنه إلى درجة ما يعتبر أساساً برهانياً مبنياً على الرياضيات.

ورغم أن الأفكار الدقيقة كانت تظهر بشكل مستمر خلال كتابتى لهذا الكتاب، كان علىّ أن ألتزم بالوضع الراهن لتجنب مزيد من التأملات المفرطة (التى يستنكرها العلماء) وتجنب المضمون التقنى المعقد (الذى قد لا يستوعبه الجمهور العام). لكن عندما كانت المخطوطة فى طريقها للتحرير، لم أستطع مقاومة إغراء أن أضيف إليها فصلاً آخر ("أنماط ونماذج") للتركيز على طرق علمية مختلفة (أطلقت عليها

"من الخارج – إلى الداخل" فى مواجهة "من الداخل – إلى الخارج" و"الجبرى" فى مواجهة "الهندسى"). ويعتبر هذا الفصل أول خطوة تجاه مجال جديد من "الرياضة البيولوجية النوعية" باسم "الجبر العام" من أعمال العالم الصينى الشهير فينج يوالان.

وأود أن أشكر زملائى وأصدقائى موريسون ستيليس وديريك أبسون وتشارلز شتلين لانتقاداتهم واقتراحاتهم حول طرق تحسين العرض. وكان للتشجيع الذى تلقيته من هارفى بيالى، محرر الأبحاث حاليًا فى صحيفة "بيوتكنولوجى"، وأحد أوائل الذين اكتشفوا العلاقة التوليفية بين الآى تشنج والشفرة الوراثية، أبلغ الأثر فى جعل تحرير هذا الكتاب ونشره ممكنًا.

ج. ف. يان

٢١ سبتمبر ١٩٩٠

الفصل الأول

الآى تشنج ومفهوم الطاو

"الآى تشنج" كتاب قديم فى الحكمة الصينية قائم على مبدأ الطاو. ولكلمة الطاو فى اللغة الصينية معانٍ كثيرة. قد تشير إلى مفهوم ميتافيزيقى عام جداً، أو إلى منهج أو طريق شخصى تماماً. قد تعنى المسار أو الطريق أو القواعد أو المبدأ، أو قد تعنى الإلهام والاستنارة الشخصية، تبعًا للزمن أو المكان أو الحالة. وتشير بعض هذه المعانى إلى احتمال وجود علاقة بين الطاو وما يُطلق عليه العلم فى الغرب، ويمكن العثور على كتب غربية، كما أوضحت فى المقدمة، منشورة تحت عناوين مثل "طاو الفيزياء"، "طاو العلم"، ... إلخ. لكن "كتب الطاو" التى يكتبها العلماء تشير عادة إلى الطاو كمنهج فقط (بما يعنى المسار والطريق، ... إلخ). وحيث إن الطاو حالة عقلية - كحالة إلهام كامنة أو حدس عملى - فإنه لا يعتبر علمًا. ومجاله أكثر اتساعًا، يتوجه إلى أعماق الحقيقة الكلية التى لا يصل إليها العقل. ويختلف الطاو عن العلم فى أنه لا يجاهد ليكون موضوعيًا أو كميًا أو محدداً بإحكام. وفى الحقيقة، فإن الأمر كما صاغه هان يى من سلالة تانج الحاكمة قائلا "يتكلم الناس عن الطاو الخاص بهم، والذى قد لا يكون الطاو الخاص بى". وهذا الوجه الذاتى للطاو يجعله مفهومًا محيراً بالنسبة للعقل الغربى.

وحتى هذا الجانب الحدسى والفردى للطاو يرتبط بالعلم. ولقد صدرت تأكيدات من كثير من العلماء العظام، مثل إينشتاين، حول أهمية الحدس والإلهام. وإنه الإلهام نفسه الذى جعل أرشميدس يقفز من حمّامه صائحًا "أوريكا، أوريكا !"[٣] بعد أن اكتشف

(٣) وجدتها، وجدتها - المترجم .

فجأة قانون الطفو. ولا يضع علماء الفيزياء والبيولوجيا المعاصرين فى اعتبارهم عنصرى الوعى هذين، وما زال بحث علم النفس، فى الحقيقة، خارج النطاق الرئيسى للعلم الطبيعى. لكن من جهة أخرى، يعتبر الطاو مثله مثل العلم مصدراً للمعرفة ومنظومة متماسكة، ووسيلة للاستدلال والتنبؤ.

وفى الواقع، استخدم الصينيون مفهوم الطاو بسعة عقل للتعامل مع كل ما يستحق الممارسة سيان كان أمرًا علميًا أو غير علمي. وينتمى الوعى وعلم النفس إلى الطاو إذا كانا يستحقان بذل جهد لدراستهما، وكذلك الأمر بالنسبة لعلم الاجتماع والطب والدين والعرافة.

وربما يكون الملمح الأكثر غرابة بالنسبة للطاو أنه هو نفسه قادر على أن يتغير ويتحول. وهذه صفة حقيقية للطاو كمبدأ ميتافيزيقى وطريق فردى. وفيما لا يشبه كثيراً من النظم الغربية المطلقة، يعتبر المبدأ الصينى الأعلى فى ذاته مبدأ صيرورة وتحول من الناحية الأساسية. ويضاف إلى ذلك أن الطاو الشخصى معرض للتغيرات تبعًا للشخص والظروف والوقت، ويرتبط بصيرورة الأشياء (مثل الأزياء السائدة والاتجاهات الشائعة فى المجتمع) خلال الفترة الزمنية لحياة الشخص. عندما تُقابَل نظرية علمية مفضلة بالاستحسان، يمكن للمرء أن يهتف قائلاً "ليست طاويتى فريدة من نوعها!". لكن نجاح أو فشل طاوية شخص ما – من ناحية الفلسفة الشخصية لهذا الشخص – يتحدد تبعًا لـ "قوى السوق" فى مجتمع ما فى وقت معين. ولكى يكون طاو الشخص ذو فعالية يجب أن يكون هذا الطاو مرشداً لأجيال المستقبل ؛ لذلك يجب أن يتصف هذا الطاو بقوة التنبؤ، وهنا يدخل عنصر الاحتمال. وكثير جداً من أحداث المستقبل يعتمد على عوامل مجهولة أو عشوائية ؛ لذلك فإن قوة التنبؤ هذه تعتمد على قابلية الطاو لوضع الاحتمال فى حسبانه. وكما يحدث تماماً عندما يعزو العلماء المشهورون نجاحهم إلى عناصر غير علمية مثل الحدس والإلهام، فإن كثيراً من حالات "الحظ" تلعب دوراً مهماً أيضاً. وكثير من الابتكارات المهمة تم اكتشافها مصادفة خلال تجارب غير مقصودة أو بمجرد الصدفة.

وفيما وراء هذه الاعتبارات العامة فى سياق دراسة الطاو، هناك تعريف أقل غموضاً للطاو: "ين yin واحد ويانج yang واحد: هذا هو الطاو" ، وهذا هو التعريف الذى

اقتبسه جوزيف نيدهام فى عمله الشهير "العلم والحضارة فى الصين". يظهر الطاو كتبادل بين طورين ديناميكيين أساسيين: الين واليانج. والين أنثوى يستقبل الطاقة، ومن الجانب الرمزى للآى تشنج يتم تمثيله بخط مقطوع -- . واليانج ذكورى ، وهو الذى يعطى الطاقة، ويتم تمثيله فى الآى تشنج بخط غير مقطوع — . ولا تعتبر القوتان متعارضتين ضد بعضهما بعضاً، لكنهما يعملان بتآلف لصالحهما العام.

وبعد عصر أسرة سونج كان يتم تمثيل الين واليانج أيضًا بالرمز الشائع لتاى تشى، الخلاء العظيم أو الذات العليّة. وتم تصميم الآى تشنج ، ويتم استخدامه كنظرية توحيد عظمى. وليست تطبيقاته فى العلم، والطب، والاجتماع، وعلم النفس، والتنبؤ سوى "تجليات صغرى" لمجاله وقوته. ويتكون الآى تشنج من ٦٤ "سداسى"، كل منها مكون من ستة خطوط مقطوعة (ين) أو غير مقطوعة (يانج). ويُلحق بالسداسيات نصوص تقليدية مختصرة تسمى "مشاهد" و"أحكام" و"عِرَافة" كتمثيل لمعنى وبنية السداسيات. والآى تشنج قادر على شرح نفسه وتجديد نفسه ، وله آلية داخلية لتجنب الأحكام المطلقة . إنه نظرية نسبية على نطاق واسع.

وعادة يعنى التعبير "آى" فى آى تشنج أو آى طاو التغير والتحول. وهناك تعريف قديم يقول "خلق حياة جديدة يسمى آى". وهذا يعنى وجود علاقة بين أنواع التغيرات الواردة فى آى تشنج وتلك التى تتعامل معها البيولوجيا الجزيئية التى تنتج عنها أشكال حياة جديدة مثل الطفرات. ويقول كونفوشيوس فى شرحه لعلم المنهج والممارسة فى الآى تشنج "فى الآى، يوجد التاى تشى (الخلاء العظيم)، الذى ينتج عنه قطبان، وينتج عنهما أربع ربعيات، ينتج عنها ثمان ثمنيات". القطبان هما خطا اليانج (—) والين (- -) والربعيات هى الأشكال المكونة من الجمع بين أزواج الين واليانج.

الين القديم	اليانج الجديد	الين الجديد	اليانج القديم
- -	—	- -	—
- -	- -	—	—

وسيتضح فيما يلى معنى التعبيرين "قديم" و"جديد". وينشأ عن الجمع بين الخطين (القطبين) السياق المزدوج للبنية الثنائية - يتيح الين واليانج الثنائية أو القطبية

الأساسية، وينتج عن إضافة خط آخر؛ الثنائية الإضافية للقديم والجديد. والمعادل الرياضى للين واليانج هو ٠ (صفر) و ١ (واحد) فى الأرقام الثنائية. وأدرك هذا التعادل عالم الرياضيات الشهير ليبنتز، الذى يعتبر مبتكراً للأرقام الثنائية. وفى الفيزياء تكثر أيضاً نماذج التشابه مع الين واليانج فى الآى تشنج، وهى نماذج مشهورة (مثل ثنائيات المادة - ضد المادة، الجسيم - الموجة)(٤) . ويعزو مارتين جاردنر فى مقالته عن رياضيات الآى تشنج (سينتفيك أمريكان يناير ١٩٧٤) "قدرة الآى تشنج على تفسير كل شىء تقريباً" إلى قاعدته الثنائية.

ومع إضافة خط جديد إلى البنى الثنائية تنتج ثمان مجموعات من الثمنيات (أو ثلاثيات حسب مصطلحات ليدجى وفيلهلم). ويمكن النظر إلى السداسيات الأربعة والستين فى الآى تشنج على أنها أزواج من الثلاثيات من ناحية، وثلاثيات من البنى الثنائية من ناحية أخرى. وهناك ثمان توليفات محتملة للخطوط المتقطعة وغير المتقطعة. وينتج عن توليفات الثلاثيات ثمانٍ مضروبة فى نفسها أو أربع وستون سداسية محتملة. وتمثل حالة التوليف هذه بدقة طريقة توليف قواعد ثلاثة فى الدنا الذى ينتج الأحماض الأمينية فى الخلايا الحية. وفى التفسير الذى نقدمه هنا، تكون الثنائيات الأربع - التى تتآلف فى ثلاثيات لتكوين السداسيات - مشابهة جزئياً للقواعد الأربع، التى تتآلف على هيئة ثلاثيات لتكوين "الكودونات"(٥) الوراثية.

يعتبر هذا الكتاب محاولة لتشكيل أفكار جديدة فى البيولوجيا والارتباط البيولوجى بالرياضيات باستخدام آى طاو. والبيولوجيا التقليدية تعتبر علماً وصفياً أو كيفياً. ويتيح ظهور البيولوجيا الجزيئية القياس الكمى إلى حد ما، باستخدام رياضيات خاصة (الرياضيات التوليفية والاحتمالية).

(٤) وهناك وجه شبه واحد فقط مع الثنائيات من حيث المقابلة، ولكن الطاو لا يعتبره تقابلا (عكساً بعكس) بقدر ما يعتبره تكاملا (بين الصلابة واللين مثلاً). فى حين يذهب الفكر الغربى على المستوى الفلسفى (إلى الموضوع ونقيضه) وعلى المستوى الفيزيائى (المادة وضد المادة) - المراجع .

(٥) الكودون هو الوحدة الأساسية للرمز الوراثى، تسلسل لثلاثة من النيوكليوتيدات المتجاورة المتآلفة من الشفرة الوراثية التى تحدد إدراج الحمض الأمينى فى موضع بنائى محدد فى سلسلة عديدة الببتيد أثناء تكوين البروتين - المترجم .

والسداسيات الأربع والستون فى الآى تشنج والكودنات الأربع والستون فى الشفرة الوراثية متشابهة من عدة جوانب، وغير متشابهة فى جوانب أخرى. وسوف يتم مناقشة البنى السداسية والكودونات من ناحية أساسهما المنهجى والرياضى.

ويتصف النظام البيولوجى بأنه قادر على التكاثر الذاتى. والقاعدة الرئيسية المصحوبة بتزاوج القواعد فى الدنا، آليات انقسام الخلية أو التكاثر الذاتى لفون نيومان تنتج بوضوح عن الشفرة الثنائية. وبالإضافة إلى التشابه مع الشفرة الثنائية، يعتبر العنصران الآخران المهمان فى الآى تشنج اللذان يمكن مقارنتهما بالنظم البيولوجية هما "الصدفة" و"التغير". وأغلب الكتب الإنجليزية تترجم آى تشنج على أنه "كتاب (تشنج) التحولات". ويصاحب التنسيق العشوائى لقواعد الدنا أو لبقايا الأحماض الأمينية للبروتينات على هيئة خيط من "الجزيئات الضخمة"، احتمالية أو صدفة. ويتيح النشوء والتطور البيولوجيان دليلاً قوياً على التغير. ويتضمن الآى طاو كل هذه العناصر. من المحتمل أن الحياة قد ظهرت نتيجة تفاعل بين النظام والفوضى. والمستويات الأعلى للفوضى تجلب النظام فى أنماط يمكن للإدراك العقلى التعرف عليها. ويعتبر طاو "ين واحد ويانج واحد"، والتغيرات التى أوجدت الحياة الجديدة، والتعاون والتآلف بين مجموعات الين واليانج، تجليات لهذا التفاعل. وهدف آخر لهذا الكتاب يتمثل فى الحصول على إجابات حدسية لهذه الأسئلة البيولوجية المهمة مثل أصل وتطور الحياة والوعى.

وما أُطلقُ عليه الآى طاو، طريق التحول أو الصيرورة، هو ما أعتبره الحقيقة العميقة الكامنة فيما وراء كل الظواهر وداخلها، وكل البنى وكل الممارسات، الشخصية والاجتماعية، العابرة والتاريخية. وليس الآى طاو مفهومًا ثابتًا أو مادة أصلية، لكنه قاعدة أساسية تظهر طبيعتها بشكل تدريجى خلال تطور العلوم، وأثناء دراسة تعاليم الآى تشنج، وأهم من ذلك من خلال تأمل الارتباطات بين كل هذه المجالات.

وقبل التقدم نحو مزيد من العمق فى بنية الآى تشنج، دعنى أقدم خلال الفصلين التاليين جزءًا من تاريخ هذا النص القديم، وأناقش بعض التطبيقات العامة الأخرى للآى طاو.

الفصل الثانى

تاريخ الآى طاو

تعتبر قصة الآى تشنج هى القصة الأكثر حيوية فى تاريخ الصين. وتعود الروايات الأقدم عن البنى السداسية تبعًا للأساطير إلى فو هسى المبجل. ويُطلق على النسخة المتداولة حاليًا شو آى، وهى تحمل هذا العنوان؛ لأنه تم ترتيبها بواسطة مؤسس سلالة شو الحاكمة، الملك وين. ويرتبط التطور المبكر للنص أيضًا بالملك وين وسلالته الحاكمة. وخلف الملك وين ابنه الأكبر الملك وو القوى، وكان هناك ابن آخر هو الدوق شو الذى ساعد الملك وو فى ثورته ضد الطاغية الملك تشاوو من أسرة شانج. ومات ابن ثالث فى المكيدة التى أدت إلى تغيير الأسرة الحاكمة.

وقد كان الملك وين أحد اثنين من أقوى السادة الإقطاعيين وأكثرهم شعبية تحت حكم ملك شانج. وبهذه الصفة كان لقب الملك وين "كونت الغرب"؛ لأن مقاطعته كانت تقع غرب عاصمة شانج. (ويوجد فى الآى تشنج كثير من الجمل تشير إلى الغرب - وهى بذلك تشير إلى حقيقة أنه فى ذلك الوقت كان الناس يتوقعون أن تنصفهم قوة الكونت). كان الملك تشاوو يخاف من السادة الذين يحظون بشعبية؛ لذلك دعاهم إلى العاصمة، وهو يعتزم أن يقتلهم. وعندما عجز أحدهم عن كتمان غضبه من الطاغية تم قتله. وعندما أهان العاهل كونت الغرب، لم يصدر عن الكونت سوى تنهد كان كافيًا لإيداعه السجن.

كان الولد الأكبر لكونت الغرب (ليس الذى أصبح الملك وو) شابًا بالغ الوسامة. استدعته سيدة الحاكم إلى القصر وحاولت إغواءه. رفض ذلك فتم الإلقاء به حيًا فى قدر ضخم وترك القدر يغلى حتى مات. وقدم الطاغية تشاوو هذا الحساء بعدئذ إلى الكونت!

وأثناء سجن الكونت تظاهر بالجنون، ولاحظ جواسيس الملك أنه مشغول برسم أشكال خطية على أرضية زنزانته. كانت هذه الأشكال هى البنى السداسية للآى تشنج. ويعود هذا التاريخ إلى حوالى ١١٤٣ ق.م. كان عمل الكونت بشكل رئيسى إعادة ترتيب نظام النسخ السابقة للآى، أى التحولات (وهى نسخ كانت تستخدم فى عهدى هسيا وشانج – سلالتان حاكمتان قبل شو). وترك الكونت أيضًا "أحكامًا" بالغة الإيجاز لكل سداسى.

نجا الكونت من محنة السجن، وعاد إلى موطنه فى الغرب، ومات ميتة طبيعية. وقد أعطى ابنه لنفسه لقب الملك وو (ملك العسكر)، وأعطى لأبيه المتوفى لقبًا مبتكرًا هو الملك وين (ملك الأدب) وبدأ الثورة الإقطاعية المشهورة ضد الطاغية تشاوو. بعد موت الملك وو، ساعد أخوه، دوق شو، ابنه الملك شين فى الانتصار على ما تبقى من مقاومة من السلالة الحاكمة الأخيرة. ويعرف ذلك باسم الغزوة الشرقية. وأضاف دوق شو، خلال الحملة، شرحًا للخطوط المتحركة فى السداسيات التنبؤية.

كان دوق شو سببًا فى أن صارت سلالة شو الحاكمة هى الأطول حكمًا فى تاريخ الصين (١١٢٢ ق.م. إلى ٢٥٦ ق. م.). ويطلق علماء التاريخ على المملكة التى أسسها الملك وو ودوق شو، مملكة شو الغربية. وفى الفترة الزمنية اللاحقة، أو حقبة شو الغربية، فقدت المملكة المركزية قوتها من جديد؛ حيث تحكّم فيها السادة الإقطاعيون الذين قسموا الصين إلى خمسة أقاليم. وعاش لاو تسى ("المعلم القديم" أول حكماء الطاويين) وكونفوشيوس ومينكيوس Mencius فى عصر مملكة شو الشرقية.

قدّم مينكيوس، وهو تابع لمذهب كونفوشيوس من الجيل الثانى، وجهة نظر كونفوشية عن ثورة شو خلال حوار مع أحد السادة الإقطاعيين (الذين كانوا يطلقون على أنفسهم لقب الملوك، كعصيان تام للملك شو الذى كان فى ذلك الوقت مجرد رئيس صورى):

سأل الملك : "هل هاجم الملك وو تشاوو؟"

أجاب مينكيوس : "هذا صحيح، كما يروى التاريخ".

"هل يمكن لواحد من الرعية إعدام ملكه؟"

"(تبعًا لتعريفنا) كان تشاوو أحد اللصوص. وأعـرف أنهم أدانوا اللص تشاوو، ولم يعدموا ملكًا !"

ويعزى إلى كونفوشيوس (٥٥١ - ٤٧٩ ق.م) تأويل البنى السداسية للملك وين بالربط بين البنيتين الثلاثيتين العلوية والسفلية. ويتم تمثيل هذا الارتباط ب "المشاهد" مضافة إلى "الأحكام" فى البنى السداسية. كما أضاف كونفشيوس أيضًا تأويلات إلى تفسيرات الخطوط التنبؤية التى كتبها دوق شو، وأضاف هو وأتباعه معًا تعليقات تعرف باسم "الأجنحة العشر". وقد أورد فيلهلم توضيحًا لهذه التعليقات فى ترجمته للآى تشنج. ويُعتقد أن الآى تشنج أصبح مكتملاً فى هذه المرحلة. وهذا هو الشو آى الذى يشير إليه علماء التاريخ والكونفوشيون على أنه النسخة التى أنجزها الحكماء الأربعة : فو هسى والملك وين ودوق شو وكونفوشيوس.

اختفت أسرة شو المالكة فى آخر الأمر بعد أن التهم أحد الأقاليم الصينية السبعة، إقليم شين، الأقاليم الستة الأخرى. وبعد أن وحّد ملك شين الصين، أعلن نفسه أول إمبراطور (شين شى هوانج تى، الذى حكم بين ٢٢١ إلى ٢٠٧ ق.م)، وأصبح ذو سلطة على كل الملوك. وهو الذى بنى سور الصين العظيم (وواقعيًا هو الذى ربط بين الأجزاء). ومثله مثل الطاغية تشاوو، كان هذا الإمبراطور الأول "طاغية بدون طاو"؛ حيث حكم بالسلطة المطلقة، وحرق الكتب، وقضى على العلماء. ونجى الآى تشنج والطاويين بطريقة أو بأخرى.

وبعد قليل حل محل أسرة شين الحاكمة أسرة هان (٢٠٢ ق.م إلى ٢٢٠ م)، والتى تلتها، بعد فترة من الاضطرابات، أسرة تانج (٦١٨ - ٩٠٦ م). وكانت أسرتى هان وتانج بالغتى القوة والازدهار حتى إن الأحرف الأبجدية الصينية المستخدمة فى اليابان وكوريا ما زال يطلق عليها "أحرف هان"، ولدرجة أن الصينيين خارج الصين، ومنهم الصينيون الأمريكيون، مازالوا يطلقون على أنفسهم اسم "شعب تانج". وكانت الأسرة المهمة بعد هان وتانج القويتين أسرة سونج البائسة (٩٦٠ - ١٢٧٩). وفى تناقض تام مع سيادة الروح العسكرية فى أسرة شين، كانت أسرة سونج بالغة الضعف من الناحية العسكرية، لكن الآى تشنج تلقى فى عهدها انطلاقة أخرى بسبب

تأييد تشو هسى حكيم سونج. وقبل تشو هسى، كان هان يى من أسرة تانج هو الدافع الرئيسى عن الكونفوشية، لكنه كان مشغول تماماً بمقاومة انتشار البوذية؛ لذلك أعطى اهتمامًا قليلاً للآى تشنج باستثناء إنجازه ملاحظته العرضية بأن "الآى غريب لكنه مطّرد ومطابق للقانون". وما زال هذا القول يُقتبس على نطاق واسع بواسطة الحكماء المعاصرين عندما يبدون دهشتهم من عمق الآى تشنج.

ولو ترجم هذا المقتطف بالمصطلحات العلمية الحديثة؛ فقد يعنى أن الآى هو "النظام الذى يبزغ من الفوضى".

لقد بسّط تشو هسى الممارسة التنبؤية للآى تشنج. والملاحظات الأخرى التى أضيفت فيما بعد إلى الآى تشنج، يعتمد أغلبها على تعديلاته. والآى تشنج بالغ الإحكام والكثافة حتى إن الدارسين المعاصرين يجدون أن من الصعب فهمه. وحتى مع تفسيرات تشو هسى، لا يزال "كتاب التحولات" بكامله ذا حجم صغير بالنسبة للمستويات الراهنة. وتعتبر الكتب الحديثة عن الآى تشنج، بالحواشى المستفيضة التى تعتمد على تفسيرات تشو تسى أو الآخرين، أكبر حجمًا مقارنة بالنص الرئيسى للآى تشنج نفسه.

بعد تشو هسى عانى الآى تشنج من التدهور، حتى العهد الراهن للصين فى القرن العشرين. ومن الواضح أن النظام الشيوعى لم يساهم فى حل هذه القضية. ويجرى إحياء الآى طاو حاليًا فى كل مكان تقريبًا، حتى إنه يعود إلى الصين الآن؛ حيث يتم التأكيد من جديد على التمايز الثقافى. وله أنصار فى تايوان، وهونج كونج، وسنغافورة، وبلدان أجنبية مثل كوريا، واليابان، وبريطانيا، والولايات المتحدة الأمريكية وألمانيا الغربية.

ومنذ زمن كونفوشيوس، كان لدى حكماء الصين عادة اختيار أحد البنى السداسية للتأكيد على احتياج المجتمع فى زمنهم. وقد اختار كونفوشيوس، تعبيراً عن مستويات السلوك الحضارى الشائع فى زمنه، "لى" كفضيلة أساسية فى التعامل مع الآخرين. وتعنى "لى" الأدب أو الكياسة، ومن المفترض أنها مستنتجة من السداسى رقم ١٠، لى، بمعنى السلوك. ويقول حكم الملك وين عن هذا السداسى "دعس ذيل النمر

دون التعرض للعض". على الإنسان أن يكون كيّسًا وحذرًا عندما يواجه نمرًا. وللأسف يصر الناس تحت الحكم الشيوعي للصين إلى التخلي عن هذه الفضيلة. واليابانيون هم الذين يمارسون فضيلة "لي" في عصرنا هذا إلى أقصى الحدود: وبالنسبة إليهم فحتى الأمريكيين لا يتمتعون بالكياسة الكافية. (في اليابان، يقول البائع في المتجر "أشكرك، أشكرك، أشكرك". وفي أمريكا يقولون لك "التالي"). ويشتكي الأمريكيون الزائرون للصين باستمرار من فظاظة الشعب كمثال لهجر فضيلة "لي". قال كونفوشيوس "عندما تُفقد لي، ابحث عنها في البلدان الأجنبية". ويا لها من نبوءة !

ولا يمكن أن يكون بقاء الآي طاو أكثر وضوحًا كما هو في ارتباطه بالعلم الحديث، أولاً في النظرية الكمية بالنسبة للجسيمات تحت الذرية والآن في البيولوجيا الجزيئية. وتنطبق ملحوظة كونفوشيوس مرة أخرى: عندما يغيب الآي طاو عن نطاقه التقليدي (الفلسفة، والتنبؤ،... إلخ)، يمكن أن نعثر على تطبيقاته في المجالات الأخرى.

يغطي تاريخ الآي تشنج كل التاريخ المسجل للصين. وبالعكس، يمكن تفسير تاريخ الصين (أو أي بلد آخر في ما يتعلق بهذا الأمر) بالآي طاو: هناك دائمًا فترات قوة وضعف، وصراع بين الغني والفقر، بين الشرق والغرب، والشمال والجنوب،... إلخ. وحتى الآي تشنج نفسه، كما رأينا، يتصف أيضًا بالتقلبات. وحكمة أن "التاريخ يعيد نفسه" ليست سوى التحول الدوري ين – يانج. فيقول السداسي رقم ١١، تاي، أي السلام: "الصغير يذهب، ويأتي الكبير. الحظ السعيد والنجاح"، السداسي رقم ١٢، بي، أي الركود، يشير إلى أن "الكبير يذهب، ويأتي الصغير". هذان مثالان للوضعين التاريخيين المتطرفين. يتأرجح البندول بين الطرفين. ومع ذلك لا يصف الآي تشنج تأرجح البندول بانتظام حركة الساعة، وبدلاً من ذلك يمكن تشبيه تحول ين – يانج ب "الضوضاء العشوائية" في نظرية الحركة البراونية ذات السعة وفترة التذبذب المتغيرين.

وتتمثل وجهة النظر الحديثة في الآي طاو في الكتابين المشهورين في مجال "طاو العلم": "طاو الفيزياء" لفريتيوف كابرا، و"طاو الطب" لستيفين فولدر. وبينما لا يمثل طاو (الين ـ يانج) أية عقبة بالنسبة إلى حدس الشخص العادي، الذي يدرك جوهره، فإنه يبدو من الأصعب بالنسبة إلى العلماء التعمق في دقائقه. وقد يُلقى جزء من اللوم على استخدامه في العرافة. فيتراجع العلماء ساخطين بعيدًا عن هذه الممارسة "الخرافية"؛

لأنها غير جديرة بالاحترام، لكنهم بموقفهم هذا يفشلون فى إدراك الحكمة الكامنة تحت الغطاء غير المألوف. وقد يكون استبعاد المفاهيم "غير العلمية" ممارسة أبعد ما تكون عن العلم وقد اخترعها العلماء. وتبعًا لفولدر، فإن مقاومة علماء الطب والأطباء الغربيين للطب الصينى تعبّر أيضًا عن نفس الموقف. ومن اللافت للنظر، أنه رغم محاولة الصين فى عهد ماو استئصال الطاوية والكونفوشية من الثقافة والفن والتعليم والدين، فإنها تسامحت إلى حد ما تجاه ممارسة الطب الصينى التجريبى على أساس (الين ـ يانج)! لذلك عندما فتحت الصين أبوابها من جديد فى السبعينيات، اندهش العالم من إنجازاتها فى مجال الصحة العامة والوقاية من الأمراض وفعالية العلاج بالأعشاب والوخز بالإبر. والآى طاو مغروس فى العقل الصينى حتى إن الرئيس ماو لم يستطع تخليص أفكاره منه ؛ فيبدو أنه كان هناك جين طاوى فى الجسم الماوى!

يعتبر تاريخ الآى طاو توضيحًا لطاو التاريخ. والدرس الذى تلقيناه، نحن الناس العاديين والعلماء، أننا لا يمكننا استبعاده من أى مجال. ويعتبر طاو الآى تشنج رياضيات بدون بديهيات (نظرية عشوائية، لكنها قابلة للشرح حتى إنها ترتب نفسها فى شكل عشوائى للتحكم فى المتغيرات)، وفيزياء بدون طرق كمية، وعلم طب وبيولوجيا يعد بالكثير نحو مزيد من اكتشاف إمكانياته من خلال البيولوجيا الجزيئية الحديثة. وقد كانت البيولوجيا الوصفية التقليدية لا تتجاوز مجرد تاريخ نظرًا لافتقادها إلى الأسس النظرية، حتى تم حديثًا اكتشاف البيولوجيا الجزيئية بقدرتها على التنبؤ بالبنية التفصيلية لتتالى الدنا. ووجدت البيولوجيا أخيرًا "جسيماتها" الأساسية، ويمكنها أن تنضم بفخر وبشكل رسمى إلى نادى العلم الفيزيائى. ومما يؤسف له أن بيولوجيا المخ ومجال علم النفس مازالا – إلى درجة كبيرة – "غير علميين" (بمفهوم العلم الفيزيائى) نظرًا لعدم القدرة على تعريف الوعى البسيط. ويعتبر التحليل النفسى – الذى أسسه سجموند فرويد، والذى قدمه أيضًا على أنه علم جديد – مجرد تقنية فى العلاج النفسى، تبعًا لعالم البيولوجيا الجزيئية فرانسيس كريك. وقد شهد تاريخ القرن العشرين عددًا قياسيًا من علماء الفيزياء، الذين يعتبرون هواة فى المجالات الأخرى، يدخلون فى مناطق غير مألوفة مثل علمى البلورات والبيولوجيا ويجعلونهما "علميين". وفرانسيس كريك أحد هؤلاء الفيزيائيين؛ فدعنا نأمل أن يغزو علماؤنا المبتكرون فى مجال الفيزياء يومًا ما تلك المنطقة المجهولة فى علم النفس.

الفصل الثالث

الآى طاو . الفرد والمجتمع

فى هذا الفصل سندرس الآى طاو وتطبيق حكمته على الطب، والاقتصاد، والمجالات الأخرى المهمة فى عصرنا هذا. وسنرى كيف أن الآى طاو يتيح لنا طريقة للتوصل إلى قواعد بنيات أساسية محددة مشتركة بين هذه المجالات. وحيث إن حكمة الآى طاو هى إطار واسع يتعامل مع التحولات، فإن مجال تطبيقه واسع بالتالى، يمتد من النظم البيولوجية حتى النظم الاجتماعية. وبشكل عام، تؤكد هذه الحكمة قاعدة التآلف والتعاون بين القوى والنزعات التى تبدو متناقضة ظاهريًا. وعندما يكون الين واليانج فى حالة توازن يَسْلُكُ الجسم أو المجتمع بشكل متآلف. وعندما يكونان فى حالة غير متوازنة أو عندما نتجاهل اعتماد كل منهما على الآخر، تكون النتيجة الخلاف والقصور والمرض.

تطوّر الطب الغربى، مثل الطب الصينى، بطريقة تجريبية. ومع ذلك يختلف الطب الغربى عن الصينى فى أن الطب الغربى تطوّر بدون استرشاد بإطار نظرى رئيسى راسخ. ومع أن هذا القول يبدو كالصدمة، فإنه قد تلقى فعلاً دعمًا من مؤلفين غربيين مختلفين. وكان فولدر، فى الوقت الذى وضع فيه كتابه (١٩٨٠) يتبنى رأيًا يقول بأن الطب الغربى يفتقد نظرية رئيسية. وتبنى هذا الرأى أيضًا لينوس بولينج حتى إنه ذهب إلى أبعد من ذلك، فى كتابه المشهور حول فيتامين سى ونوبات البرد، قائلاً إن علم الطب لا يعتبر علمًا بالمرة: "إنه قائم إلى حد بعيد على العلوم ، لكنه لم يصبح علمًا بعد". ويفسر هذا الافتقاد إلى النظرية حقيقتان مهمتان فيما يخص الطب الغربى : أولاً؛ أنه مرتبط بالأعراض إلى حد كبير، وثانيًا؛ أن تقنيته ترتبط فى أغلبها بإنتاج مركبات صناعية أو حتى غير عضوية بما لها من آثار جانبية لا يمكن التنبؤ بها.

كان دستور العقاقير فى الطب الغربى نتاج عمل الخيميائيين فى الأساس، الذين تخلوا عن اكتشافاتهم فى زمن لاحق لعلماء الكيمياء الصناعية. ومنهج علماء الكيمياء المعاصرين هو اختبار العقاقير الصناعية بإجراء فحوصات (التجربة - والخطأ) الصارمة، والتجارب السريرية الدقيقة على الحيوانات الأليفة ثم أخيرًا على البشر. وفى حالات كثيرة، لا يكون مصدر المركب الكيميائى الجارى اختباره هو الطبيعة بل نتاج تفكير عالم الكيمياء. وبمجرد اختيار المركّب المزمع فحصه، يتم تصنيع المركبات المرتبطة به - تصل عادة إلى نحو ٥٠٠ مركب - حيث يتم تجربتها على حيوانات المختبر. وتلك المركبات التى لا تسبب الوفاة يتم الاحتفاظ بها لمزيد من الاختبار. وبعد التجارب يتم تجنب المركبات التى فشلت فى التخلص من أعراض المرض المستهدف. وتعتبر العقاقير الباقية التى لا تنتج آثارًا جانبية حادة هى المرشحة للإنتاج الصناعى بالجملة. وإذا لم يمكن التوصل إلى عقاقير مناسبة، تسحب هذه السلسلة المحددة من المركبات، وتعتبر أفكار الكيميائى المبتكِر لها غير ذات جدوى. ومشكلة هذه الطريقة أنها تتخلص عادة من مركبات آمنة، قد تكون فعالة، لكنها لا تعطى نتائج مثيرة. من جانب آخر فإن المركبات التى تعتبر غير مسببة للآثار الجانبية خلال هذا الاختبار ذى المدة المحدودة قد لا تخلو من تلك الآثار على المدى الطويل. والأسبرين مثال لذلك، تم إنتاجه فى ١٨٩٩ ويجرى استخدامه بدون وصفة طبية منذ ذلك التاريخ. ومع ذلك تم حديثًا اكتشاف أنه ضار بالنسبة لفئات معينة من الأطفال. وحتى عام ١٩٩٠ كان منتجو الأسبرين مستمرين فى ضخ أموال كثيرة فى الإعلانات التلفزيونية. من هنا فإن عدم وجود نظرية أساسية لربط أفكار علماء الكيمياء بالأسس الطبيعية يعتبر مسئولاً عن استبعاد مواد قد تكون مجدية وأيضا عن الفشل فى التنبؤ بالآثار الجانبية والتخلص منها.

وقد كان الرهبان الطاويون فى الصين خيميائيين أيضًا وهم الذين اخترعوا أشياء كثيرة، منها البارود، لكن المساهمة الرئيسية لهم فى الطب الصينى هو نظرية توازن (ين - يانج). وتبعًا لهذه النظرية وتأكيدها على أهمية الطبيعة، كان للطب الصينى منذ بدايته إطار عام جدًا، ويرتبط بالمفاهيم، ويمكن من خلاله تحديد مواقع مكتشفاته ضمن هذا الإطار. ويعود إلى هذا الإطار أن الطب الصينى يستخدم فى

أغلب الحالات مركبات عضوية فى العلاج. ويزخر الطب الصينى بأنواع علاج طبيعية فعالة بدون أضرار لا تتوافر فى الغرب.

وفى أزمنة حديثة جداً، ومع ظهور البيولوجيا الجزيئية، بدأ الطب الغربى يحصل على قاعدة نظرية مهمة، لكنها على وجه الدقة ترتبط بالبيولوجيا الجزيئية، ومن خلال ارتباطها البنيوى بالآى تشنج، بدأ الطب الصينى والطب الغربى الاقتراب من بعضهما بعضاً.

وكما يتضح كان الكثير الذى ثبت نجاحه من الطب الغربى مبنيًا على قواعد البيولوجيا الجزيئية، ومن ثم فهو على وفاق مع الآى طاو. والبنسلين والأمصال والعقاقير الإنزيمية مثال لذلك. وبالطبع فحتى البنسلين يعتبر قاتلاً بالنسبة لبعض الناس، ولم يعد يُنظر إليه على أنه العقار الفائق الفعالية كما كان يعتقد سابقًا ، وقد اكتشفت آثاره الجانبية الفتاكة بعد فترة طويلة من الزمن وبعد حدوث عدد من الوفيات، لكن الأمصال والإنزيمات والعلاجات الصينية "المتآلفة" مثل الجنسينج تعتبر كلها سليمة من الناحية الجزيئية.

والأمصال هى تقنية تعلّم جهازنا المناعى كيفية صناعة أسلحة دفاعية (أجسام مضادة) ضد الفيروسات الضارة. ويحتاج جهاز المناعة إلى وقت حتى يتعلم إنتاج الأجسام المضادة، وخلال فترة التعلم تلك تحدث أعراض فعلاً على الجهاز. وهذا يتعارض كليًا مع هدف صناعة العقاقير الغربية التراثية فى منع ظهور الأعراض، والذى تسعى إليه بشكل استعراضى. والأجسام المضادة والإنزيمات هى جزيئات بروتين كبيرة تتلقى تعليمات من الجزيئات "الذكية" الحاملة للمعلومات، الدنا والرنا المرسال. وتأتى التعليمات على هيئة بيانات مشفرة مسجلة فى الجينات التى تحتوى على جزيئات الدنا الكبيرة. وهنا نصل إلى البيولوجيا الجزيئية: وبسبب الارتباط العميق بين الدنا وبنية الآى تشنج، كما أشرت من قبل، يبدأ الطب الغربى والطب الصينى من الاقتراب من بعضهما بعضاً.

وسوف نطرح الوراثة الجزيئية والكيمياء الحيوية للبروتين بمزيد من التفاصيل فى الفصول القادمة. لكن يمكن القول، ببساطة، إن هذين العلمين يوضحان أن المعلومات

الوراثية مشفرة فى الدنا، الذى ينقلها إلى الرنا المرسال، الذى يوجه بدوره عملية تركيب البروتينات. والبروتينات تعمل كل شىء آخر فى الجسم الحى.

والنجاح الواضح الآخر للطب الغربى التقليدى يتمثل فى التخلص من أمراض معدية مثل التيفوس والجدرى والكوليرا والسل،... إلخ، لكن فولدر يرى أن تلك الأمراض تعتبر هى الأمراض الأكثر سهولة من ناحية التخلص منها. علاوة على ذلك، عند فحص الأمر عن قرب يتضح أن هذه الأمراض، الوبائية والمعدية، قد تم التخلص منها فى أغلب الحالات قبل ظهور الطب الحديث (المضدات الحيوية، الأمصال،... إلخ). ويعود استئصالها - إلى حد بعيد - إلى ارتفاع مستويات المعيشة، والتحسن فى الصحة العامة وفى مقاومة أجسامنا للفيروسات المعدية. ولا تعتبر وجهات النظر التقليدية فى الطب الغربى الغذاء علاجًا، لكن ارتفاع مستوى المعيشة قضى على الجوع وجعل الجسم البشرى أكثر قوة. ويتيح الغذاء المتوازن الفيتامينات الضرورية لأجسامنا، وفى العصر الحديث قد يتم تدعيم الغذاء بالفيتامينات الصناعية التعويضية. والسبب الفعلى للتحسن العام فى الصحة فى الأزمنة الحديثة - الأمصال والفيتامينات والغذاء الصحى وحتى "كثير من الراحة" _ تعتبر جميعًا علاجات تتفق مع أساسيات البيولوجيا الجزيئية، ومن ثم تكون على تآلف مع الطاو.

وقد شهدت السنوات الراهنة اهتمامًا كبيرًا بالأمراض الوراثية أو تشوهات الولادة. وتتطلب هذه الأمراض تشخيصًا دقيقًا لسبب تلف الجين، ويمكن علاجها بالطرق العامة للعلاج الجينى. تُنتج الأجسام السليمة "عقاقير" جزيئية بكميات ضئيلة، كما توجد أيضًا العقاقير المركبة الصناعية، التى يتم إنتاجها على نطاق واسع فى المختبرات لتعويض الجسم عن نقص إنتاج هذه الجزيئيات، من خلال الجزيئيات الحية الموجودة فى البكتيريا أو الخميرة.

ويعتبر الإنسولين البشرى وهرمون النمو والإنترفرون أمثلة للمواد الجزيئية المتخصصة إلى حد كبير التى يتم إنتاجها فى المختبر. ونقول من جديد، إن فعالية هذه العقاقير المنتجة بالتقنية البيولوجية تعتمد فى الأساس على البيولوجيا الجزيئية. لقد ابتعدنا كثيرًا عن العقاقير التقليدية التى تقلل الأعراض بدون أن يكون لدينا أساس نظرى.

ورغم أن المفكرين الغربيين قد يسلمون حاليًا بأن لدى الطب الصينى قاعدة نظرية فى مجمله، بينما لم يلجأ الطب الغربى إلى ذلك إلا حديثًا، فمازال هناك تمسك فى أغلب الأحيان بأن النظرية الصينية ببساطة نظرية خاطئة؛ لذلك يجب ألا توضع فى الاعتبار من جانب الأبحاث الطبية الجادة. لكن الطب الصينى موجود فى مستويات متنوعة من التعميم لم تتعود عليه العلوم الغربية. وإذا أخطأ فإنه يخطئ من الجانب الغامض فيه وبسبب المبالغة فى التعميم، لكنه أبدًا لا يكون "مخطئًا" بشكل فعلى. وتبعًا للآى طاو، يعتبر المفهوم العام تمامًا لتوازن (ين - يانج) مفتاحًا لفهم كل الكائنات الحية أيًا كان المقياس الذى يتم فحصها من خلاله. ويطبق الآى طاو هذه النظرية، مثلاً، على مجالات تجريدية مثل ترتيب المجتمع كما يطبقها على صحة الجسم البشرى. وهكذا يتيح مبدأ التوازن والتآلف والتعاون طريقة لضبط التغذية كما يتيح طريقة لتحليل المشاكل الاقتصادية. وللتوصل إلى التوازن، يعتبر الطب العشبى الصينى "مدخلاً" إلى أية مشكلة (مرض مثلاً) بنفس أهمية "الخرج" (الأعراض). لذلك فإن تناول طعام مقلى بشكل مبالغ فيه أمر يسبب أعراض عسر الهضم بكل تأكيد والإمساك ونزيف الأنف. فالأطعمة المقلية هى مواد "حارة" تسبب "الاتقاد" فى أجهزة الجسم، وهى مبالغة فى معدل طبيعة اليانج تحتاج لموازنتها بأطعمة من طبيعة الين أو ممارسة الرياضة (لتبديد اليانج المفرط أو الطاقة الزائدة). وكان يتم اتباع هذه العلاجات منذ زمن بعيد قبل بدء الطب الغربى فى وضع المسئولية على جزىء واحد سئ - هو الكولستيرول. واعتبار جزىء معين مسئولاً يشبه إلى حد بعيد استخدام مركّب واحد لعلاج كل الأمراض. ويؤكد الطب الصينى مفهوم "التآلف" فى طاو الطب، ويعنى التآلف هنا التوازن والتفاعل والتعاون بين الجزيئيات.

لكن هذا التوازن والتعاون مطلوبان أيضًا فى النظام الاجتماعى. إذا أصبحت المبادئ المتعارضة قوى فى حالة عداء وتنافس، تضيع فرص تواجد عناصر التآلف فى المنظومة الاجتماعية. يمكن ملاحظة ذلك فى التناقض بين الطرق الأمريكية واليابانية فى معالجة العلاقة بين العمل والإدارة.

ففى اليابان تجاهد الإدارة والعمال من أجل الصالح العام فى أية مؤسسة، وللوصول إلى ذلك يكون عليهم تحقيق توازن وتآلف بين بعضهم بعضًا،

وتكون التغييرات المؤسسية بطيئة، ويعتبر بقاء الشركة والعمال هدفًا بعيد المدى. والإدارة والعمال – فى هذه الحالة – شركاء متعاونون. وفى الولايات المتحدة تنظر الإدارة دائمًا إلى العمالة بوصفها جزءًا غير ضرورى فى معادلة الشراكة. وبدلاً من مواجهة تحدى تأسيس نظام أفضل، يكون رد فعل هذه الشركات غالبًا تجاه المنافسة الأجنبية تسريح العمال وإغلاق المصانع، مما يتسبب فى وجود علاقة تحدى بين العمالة والإدارة. وتستفيد المنظومات الحية بالتعاون، وليس بالتحدى، ويجب على الخلايا الحية والجزيئات أن تتعاون من أجل الصالح العام للجسم المضيف، تمامًا مثل العمال اليابانيين.

وليس فى وسع الجسم البشرى أن يسرح العمال، ويجب على الخلايا والجزيئات التى تتشكل منها الخلايا أن تتعاون. والعمال فى الجسم هم جزيئات البروتين، التى يجب أن تعمل باستمرار للمحافظة على التوازن السليم فى الإمداد بالطاقة إضافة إلى تنفيذ الخطط التى تمليها عليها الجزيئات الحاكمة، الدنا والرنا. ويتم الاقتصاد فى كميات طاقة ومادة أية مجموعة من الجزيئات بصرامة تبعًا لاحتياجات الجسم ككل. وتكون المبالغة فى الطعام مؤذية كما هو شأن الجوع تمامًا، وتناول الكثير من الطعام المقلى، كما رأينا، يتسبب فى "إشعال النار" فى أجزاء من الجسم. يمكن تشبيه جسمنا بالحاسب وبآلة تحتاج إلى دخل وخرج. وينظر الطب الصينى نظرة جادة إلى نصيب الدخل (الطعام الذى يتم تناوله) أكثر بكثير من نظرة الطب الغربى له، كما يوضح فولدر بشكل مستمر. يحسب حاسب الجسم التوازن الصحيح بين الين واليانج حتى يجعل جودة آلة الجسم على أفضل ما تكون. وبالطبع يتخذ الين واليانج كثيراً من الأشكال؛ فمثال الطعام المقلى شكل واحد من أشكال دخل الطاقة الذى يتصف بالمبالغة فى اليانج. ويمكن للمحترفين الطبيين الصينيين، بالوسائل التجريبية، رصد كثير من هذه الأشكال، لكن ملاحظاتهم مازالت على مستوى عام تمامًا (أو غامض، بالنسبة للمقاييس الغربية). ومن وجهة النظر الصينية، يمثل التعرف على حالة الجسم بمزيد من الدقة أو التخلص من أحد الأعراض مجرد معركة صغيرة فى الحرب ضد المرض. ويتجاهل أطباء العلاج العشبى الصينيون المعارك الصغيرة، تمامًا كما تكون الأرباح الفصلية أو الخسائر غير مهمة بالنسبة لمديرى شركة يابانية. وتبالغ الحضارة الغربية فى الاهتمام بالتخلص من الأعراض والتشخيصات المحلية الدقيقة تمامًا

كما تبالغ فى الاهتمام بالربح المالى قصير المدى. ويبدو للعقل الغربى أن وصفة عشبية يصفها الطبيب أو الإستراتيجية طويلة المدى للشركات اليابانية أمورًا نظرية إلى حد بعيد، وغير واقعية، أو بطيئة جدًا أو أنها محض جنون، بل إن عالم النفس الغربى قد يشخص أغلب العقليات الآسيوية بأنها "شاذة".

ومشكلة الحالة النفسية السوية موضوع آخر يعالجه الآى تشنج. وتختلف مستويات الحالة السوية إلى مدى بعيد بين الشرق والغرب، كما هو حال تقنيات العلاج النفسى. ولقد قرأت يومًا تحقيقًا صحافيًا يقول تقريبًا ما يلى: ذهبت طالبة صينية أمريكية لتعرض نفسها على طبيب نفسى؛ لأن عائلتها تمارس عليها ضغطًا شديداً. طلب منها أن تحاول أن "ترد بسلاطة" على والديها، لكن هذه الطريقة فى السلوك لا يمكن أن تتسق مع الثقافة الصينية؛ حيث احترام الوالدين له معنى مختلف عن معناه فى الغرب. وتضمن التحقيق أن علم النفس قد يكون منحازًا من الناحية الثقافية.

وتحتاج الأمراض النفسية كما يتم معالجتها فى العلاج النفسى الحديث مجرد مضجع ومكتب مرتفعى التكاليف. وهذه طريقة لطيفة للحصول على أجر كبير والحصول على بيانات خاصة لكتابة تقرير مثير للنشر. ويمكن لهذه الممارسة أن تكون طريقًا مؤكدًا للإفلاس بالنسبة لطبيب نفسى فى البلدان الآسيوية. وبدلاً من ذلك فإن مفسرًا جيدًا للآى تشنج سوف يكون مطلوبًا بشدة. فمع قدرته على التنبؤ وتشجيعه للتآلف والتعاون فيما يخص سلوك المريض، يمكن لوسيط وحى الآى تشنج أن يكون فعالاً جدًا فى الواقع فيما يخص تخفيف أعراض القلق والاكتئاب ومشاكل الإجهاد العقلى الأخرى. وفى الواقع، كما سنرى فى الفصل ١٥، يؤيد عالم النفس ك.ج. يونج استخدام الآى تشنج فى العلاج النفسى.

والطب والاقتصاد وعلم النفس، مجرد عينات للموضوعات التى يمكن لنظرية الآى تشنج تغطيتها. وتظهر صفحات من الآى تشنج فى كل جزء من عمل نيدهام البارع حول العلم الصينى، ويعود هذا بشكل أساسى إلى أن الصينيين كانوا يعتبرون الآى طاو بالفعل المبدأ الذى يشكل أساس كل موضوع ناقشه نيدهام. ففى المجلد ٥، القسم ٣٣، عرض لـ "خيمياء علم وظائف الأعضاء" بتفصيل واسع. ونُشرت نسخة شعبية مبسطة من مجلدات نيدهام بواسطة روبرت تيمبل (عبقرية الصين).

وعن البارود، يتضمن كتاب تيمبل هذا المقطع: "تم ابتكار البارود فى الصين ليس عن طريق أشخاص يبحثون عن أسلحة أفضل أو حتى متفجرات، لكن بواسطة خيميائيين يبحثون عن إكسير الخلود. فأية سخرية للأقدار تلك، أن يكون هناك رجال يبحثون عن عقار يتيح لهم حياة أبدية فيجدون بدلاً منه مادة مُقدّر لها أن تقتل ملايين البشر؟". كان الخيميائيين بالطبع هم النساك الطاويون. كانوا "علماء البلاط" الذين لا يصيبهم القلق، مثل علماء الدفاع المعاصرين، من توقف تمويل الأبحاث عن طريق الملوك، لكن كان عليهم المحافظة على إعجاب من يرعى أعمالهم بالنتائج التى يتوصلون إليها. كان الأباطرة والملوك، الصالح منهم والطالح، تواقين جداً إلى تدعيم الأبحاث. لكن النساك كانوا فى محنة أيضًا تدفعهم للتوصل إلى نتائج فى فترة زمنية معقولة. وكان عليهم اللجوء إلى الأبحاث التى ينتج عنها تأثيرات مثيرة للإعجاب، على الأقل بهدف إقناع رجال البلاط بقوتهم. وكانت المؤثرات الكيميائية الصاخبة الملونة مثل البارود هى الاختيارات الطبيعية للاستعراض أمام رجال البلاط. وكان يتم سحب الحبوب الملونة، مثل تلك التى تحتوى على الكبريتيد الزئبقى، من المراجل. وتلك الحبوب تكون فى الواقع سامة، لكنها تدخل بطريقة أو بأخرى فى وصفات الطب الصينى، الذى يعتبر فى أغلبه عشبى غير مؤذ.

وليست سخريات الأقدار ـ فى أن النية الطبية فى البحث عن الخلود تكون نتيجتها الحصول على عقاقير سامة أو قاتلة – سوى توابع انقلاب اليانج إلى ين أو العكس. مثال لذلك، عندما تكون كل خطوط اليانج فى السداسى الأول، شين Chien أى السماء أو الخلاق، نشطة أو متحركة، يتحول السداسى بكامله إلى السداسى الثانى، كين Kun ، الأرض أو الوهاب. والانقلاب إلى العكس شائع تمامًا، ويتكرر التأكيد عليه فى الآى تشنج، كما سنرى فى مزيد من الأمثلة فى الفصل ٦ حول التنبؤ.

قد يكون إنتاج النساك الطاويين للسموم عندما كانوا فى محنة محاولة ابتكار حبوب الخلود، وتسامح الماويين تجاه العلاج بالأعشاب فى محاولتهم للقضاء على الطاوية والكونفوشية، سخريات أقدار غريبة للوهلة الأولى، لكنها لا تدهش من لديهم ألفة بالآى طاو، الذى يؤكد التآلف الطبيعى والتوازن بين الين واليانج والاعتماد المتبادل الدقيق بين القوى المتعارضة. وفشل وضع هذا الاعتماد المتبادل فى الحسبان يؤدى إلى اختلال التوازن.

والآى تشنج هو المصدر العام للحكمة فى الطاوية والكونفوشية، لكن كلا منهما يؤكد الأجزاء، مما يسبب اختلال توازن الكل. فتأكيد الطاويين على اتباع مسار الطبيعة يجعلهم سلبيين ويعطيهم مبرراً لعدم فعل أى شيء. ونفورهم من التحليل التفصيلى أفقدهم فرصة تطوير ما قد نطلق عليه اسم العلم. وقد التقط كونفوشيوس قليلاً من فضائل الآى طاو وتمسك بها بصرامة، مضحيًا بالمرونة الواجبة المصاحبة لمبدأ التغير. وكلا الموقفين يخلان بالتوازن.

يمكن تفسير اختلال التوازن فى وظائف الأعضاء بالآى طاو، وتعتمد التعديلات الواجب اتباعها على تآلف الكل، لكن ما هو هذا "الكل"؟ أين وكيف يجب رسم الحد الفاصل لتمييز الفردى؟ لا يُعتبر هذا الأمر مشكلة بالنسبة للجزيئات البيولوجية أو الكائنات الحية فى جسم حى؛ لأن أول مبدأ بيولوجى هو التمييز بين ما هو ذات وما هو غير الذات. ولا يمثل هذا أيضًا مشكلة بالنسبة لمجتمعات قومية مثل اليابان. ولا تلقى الجزيئات البيولوجية ولا العمال اليابانيون مثل هذه الأسئلة؛ لأن الكل هو أيضًا الذات، ولا يحتاج المرء إلى أن يسأل عمن يجب أن يكرس له وفاؤه. ومن ناحية ثانية، إذا لم يكن الحد الفاصل (الذات / غير الذات) مرسومًا بدقة كافية، يصبح هناك خطر من حدوث الدمار على يد الغزاة الخارجيين. ولسوء الحظ هذا هو ما يحدث بالضبط للشعوب الفردية مثل الصينيين والأمريكيين. من هنا يظهر أن هناك طريقين لإجابة هذا السؤال: ففى الهوية البيولوجية أو مجتمع مثل المجتمع اليابانى لا ضرورة للسؤال؛ حيث إن الحد الفاصل يجب أن يكون واضحًا. وقد رسم القوميون اليابانيون هذا الحد على حدودهم القومية؛ حيث أوجدوا "عقلية الجزيرة" الفريدة التى سادت منذ الحرب العالمية الثانية. لكن بالنسبة لكل الأرض أو المجتمع الدولى، فإن الذات بالنسبة للكائن الحى أو الدولة هى مجرد جزء من الكل الأكثر شمولية. وينظر حماة البيئة المعاصرون إلى الأرض كلها على أنها نوع من الذات وفى "نظرية جايا" الشهيرة يعاملون الأرض على أنها كائن حى مفرد. ولا يواجه طاو الآى تشنج الخيار بين "الكل" و"الأجزاء"؛ حيث إن التوازن بين خيارين يبدوان متناقضين هو الأمر المهم. ويتم استخدام الطاو وإساءة استخدامه، حتى بواسطة الطاويين والكونفوشيين أنفسهم.

ومعالجة الكل فى مواجهة الأجزاء هو أيضًا ما يميز الآى طاو عن العلم الحديث. فالعلم الحديث مبنى على "النظرية الذرية"، التى تؤكد أن مجموع الأجزاء يمثل الكل. وتتم الدراسة فى علمى الفيزياء والبيولوجيا تجريبيًا بالتعامل مع الأشياء على انفراد. ورغم عيب الاعتماد أكثر من اللازم على الأجزاء المنفصلة، فإن المنهج التحليلى العلمى هو ما يفتقر إليه الآى طاو. وخلال عدد من الفصول القادمة، سيتم بذل محاولات لتكملة ما أغفله الطاويون – منطقيًّا وحتى رياضيًّا – فى التحليل التفصيلى للآى طاو. وبأخذ هذا الهدف فى الحسبان، مع الاستدلالات الضرورية من سلسلة التطورات فى البيولوجيا الجزيئية أو الأحداث البيولوجية، نبدأ فى توضيح نظام البنى السداسية – وحدات العمل فى الآى تشنج.

الفصل الرابع

نظام البنى السداسية

تبعًا للتراث، هناك طريقتان لترتيب السداسيات الأربعة والستين: "السياق السماوى" المتأخر الذى يعزى إلى الملك وين، والذى يطلق عليه - بسبب ذلك - سياق الملك وين، وسياق فو هسى، ويطلق عليه أيضًا "السياق السماوى المبكر". وقد تطور سياق فو هسى (الذى أوصى به حكماء أسرة سونج) فى وقت متأخر عن سياق الملك وين. وقد يكون حكيم سونج المجهول الذى اكتشف هذا الترتيب قد ظن أنه ترتيب طبيعى وجميل إلى درجة جعلته لا ينسبه إلى نفسه ونسبه إلى فو هسى المبجل. وهذه ممارسة ليست غريبة بالنسبة لحكماء الصين القدماء، وقد يكون لها معنى مضاد فى مفهوم الغربيين المعاصرين، وأكثر غرابة من التواضع المتعمد: تخيل عالم فيزياء معاصر ينسب جزءًا مهمًا من عمله الشخصى إلى سير إسحاق نيوتن!

قبل مناقشة هذه الترتيبات، سأقدم بعض الأمور الأخرى تتعلق بالمفاهيم الأساسية المتضمنة فى بنية السداسى. تتضمن ترجمة فيلهلم / بينز للآى تشنج شرحًا للآى يقدمه كونفوشيوس بالطريقة التالية: "فى التحولات؛ هناك (البداية الأولية العظمى)؛ مما ينتج القوتين الأوليين، اللتين تنتجان الصور الأربعة، والتى تنتج "البنى الثلاثية الثمانية". و "التغيرات" هنا هى الآى، ويطلق على "البداية الأولية العظمى" أيضًا "حامل السقيفة ridgepole" ترجمة لتاى شى، و "والقوتان الأوليان" هما بنيتا التحول "يى" أى الين واليانج، و "الصور الأربع" هى القراءات الأربع الشكلية شيان shian ، أى البنى الثنائية (الين واليانج)، والثمان ثلاثيات هى ثمانية كوانات kua . فى الفصل الأول استخدمنا الأشكال الهندسية لتوضيح هذه المفاهيم: فى الآى يوجد التاى شى

الذى ينتج قطبين ينتجان أربع رباعيات تنتج بدورها ثمانى ثمانيات". وهناك تمثيل هندسى آخر "التاى شى تنتج خطين أساسين ينتجان أربعة أشكال ثنائية تنتج بدورها ثمانية أشكال ثلاثية". ويبدو أن ترجمة فيلهلم / بينز تأمل فى إعطاء تمثيل أكثر اتساعًا بتقديم كلاً من القوى المادية والصور الهندسية. ولتسهيل فهم كيفية الحصول على "الكوانات الثمانية" أو الثلاثيات، يفضل الغربيون استخدام مصطلحات "الخطوط lines" و "الثنائيات digrams" و "الثلاثيات trigrams"، وبمجرد التعرف على مفهوم خطى الين (- -) واليانج (——) يصبح أمرًا سهلاً فهم تطورهما إلى سياق الخطوط الثنائية والثلاثيات وحتى السداسيات.

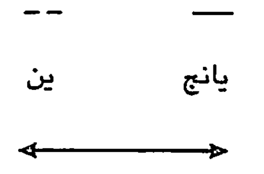
ويحتاج الجزء الأول والأخير فى الشرح الذى يقدمه كونفوشيوس إلى بعض التعليق. يشير الجزء الأول إلى التاى شى T'ai Chi ، الذات العليّة ، أو البداية الأولانية. لقد جعلت هذه الإشارة الأجيال اللاحقة من الفلاسفة الحكماء يجهدون عقولهم. رأى البعض أن التاى شى يعنى وو شى Chi Wu التى تعنى "بدون قطب" أو "الفراغ العظيم"، ورسم البعض دائرة على شكل تاى شى – وهو رمز ين / يانج الشائع بالسمكة أو التنين الأبيض والأسود فى وضع الرأس يعض الذيل. وقد يكون الطاويون هم الذين ابتكروا هذا الرمز، الذى يعود إلى أسرة سونج، على أنه شعار دينى. والأمر الذى يصعب فهمه أن رمز "المُبدئ العظيم" يجب أن يحتوى على صور من ذريته الخاصة – تنينا الين واليانج. وتبعًا لسياق كونفوشيوس لنشأة القواعد الأساسية، ألا يجب تعريف تاى شى قبل القطبين؟ ولم تمنع هذه الصعوبة شكل تاى شى من أن يصبح رمزًا للقاعدة الأصلية للآى طاو. ويوضح ذلك أيضًا مدى صعوبة تمثيل مفهوم بواسطة الأشكال الهندسية والرموز.

يشير الجزء الأخير من شرح كونفوشيوس إلى الأشكال الثمانية لتتالى الخطوط الثنائية على أساس أنها ثمانية كوانات Kua . وهذا المصطلح قد استخدم فى الحواشى اللاحقة إشارة إلى كلٍّ من الثلاثيات والسداسيات. ويحلّ هذا الالتباس عادة فى النص؛ حيث يتضح متى يعنى الكوان بنية ثلاثية ومتى يعنى بنية سداسية. ويتم استخدام "الكوان الموحَّد" غالبًا على أنه "بنية سداسية"، ويتم أحيانًا تسمية البنية الثلاثية باسم كوان "صغير" لتمييزها عن البنية السداسية.

ويتصادف أن يتطابق مفهوم "الخلاء العظيم" مع مفهوم يطلق عليه "كسر التناظر" فى نظرية بداية ظهور الكون فى الدراسات الكونية المعاصرة. وتقول هذه النظرية إنه قبل وجود الكون كان هناك تناظر تام، "خلاء" لا يحتوى على شىء - لا مادة ولا نقيض للمادة، ولا طاقة. وكانت نتيجة ظهور الطاقة (أو المادة التى هى شكل من أشكال الطاقة) أن تم كسر التناظر بظهور قطبين: الوجود وعدم الوجود. ويُقال فى هذه الحالة إن عملية كسر التناظر تم بشكل عنيف، ومن هنا يطلق عليه "الانفجار العظيم". وحيث إن الكون الذى تتحدث عنه هذه النظرية قد وُجد من لا شىء، فإن الكون يعتبر "هبة مجانية" عظيمة. ومنذ الانفجار العظيم لم يكف الكون عن التطور. وهذه هى القصة نفسها التى يتبناها الآى طاو: طاو خلق الكون والحياة: وتاى شى(٦) يعنى وو شى(٧) .

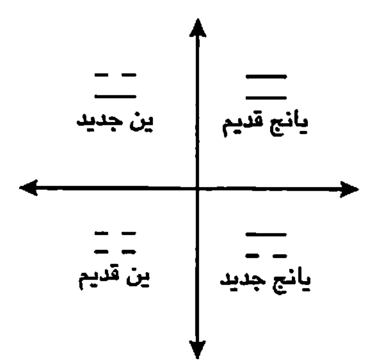
فإذا اعتبرنا فى هذه الحالة أن الخلاء الكونى الذى تم تحطيمه بواسطة الانفجار العظيم هو الوو شى، يظهر سؤال مهم: من أو ما الذى تسبب فى عملية كسر التناظر فى الخلاء العظيم؟ لا يجيب عن هذا السؤال أى من النظرية المعاصرة ولا الآى طاو. وفى النسخة الكونفوشية للآى طاو، لا يَرِدُ التفكير فى أن الله هو السبب، ولكن إذا كان هناك إله فهو يَقبل به أيضًا.

والحدث الأول فى السياق الكونفوشى للأحداث الأولية - عندما نتج عن التاى شى قطبين - هو بداية عملية كسر التناظر. وينتج عن ذلك مفهوم القطبية أو الثنائية التى يمكن أيضًا تخيلها وتوضيحها. هنا يمكن تقديم خطى الين واليانج بشكل يمكن فهمه، ولهذين الخطين هندسيًا صفة اتجاهية يمكن تمثيلها كما يلى:

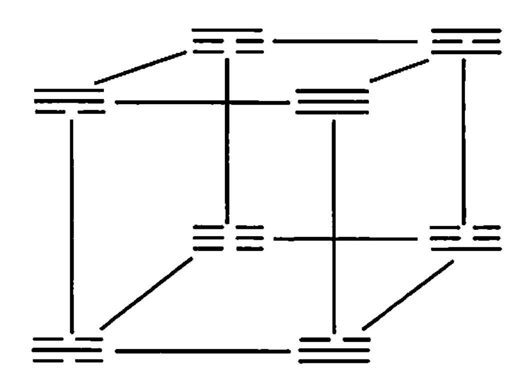


(٦) الاكتمال - المراجع .
(٧) وضع الحدود - المراجع .

ولفهم التمثيل الهندسى والتمثيل بالإحداثيات بطريقة أكثر وضوحا يمكننا رسم سياق الأشكال الثنائية كما يلى:



وأخيرًا يمكن تمثيل الثلاثيات الثمانية بطريقة الإحداثيات فى الأبعاد الثلاثة، حيث تحتل الأركان الثمانية للمكعب (انظر الشكل التالى).



الثلاثيات الناتجة عن مكعب

وبطريقة البنى الخطية يمكن الحصول على سياق البنى الثنائية بإضافة خط واحد لخط الين أو اليانج؛ حيث ينتج أربع بنى ثنائية ممكنة، ينان يكوّنان "ين قديم" ويانجان يكوّنان "يانج قديم". والبنيتان اللتان يمتزج فيهما الين واليانج هما البنيتان "الجديدتان". والبنية التى يوجد فيها اليانج على القمة هى "اليانج الجديد"، وتلك التى يوجد فيها الين على القمة هى "الين الجديد". انظر الرسم السابق.

وبإضافة خط آخر إلى سياق البنى الثنائية ينتج ثماني ثلاثيات. وحسب القاعدة يمكن إضافة زوج آخر من الخواص الوصفية إلى أسماء سياق البنى الثنائية. مثال لذلك إذا وصفنا الخط الثالث بأنه "أسود" (بالنسبة لليانج) أو "أبيض" (بالنسبة للين)، نحصل على الثلاثيات التي يطلق عليها :

اليانج الأسود القديم

تشيان السماء أو الخلاق

اليانج الأبيض القديم

هسوين المراودة

الين الأسود القديم

شين الحياء

الين الأبيض القديم

كون الطغيان

الين الأسود الجديد

توى المرح

الين الأبيض الجديد

كان المتاهة

اليانج الأسود الجديد

لى التعلق

اليانج الأبيض الجديد

كين الجبل

من ناحية أخرى تُختصر أسماء الثلاثيات بواسطة التسميات الموجودة تحت البنى. وتمثيل هذه البنى بالأرقام الثنائية، والذى يُشرح لاحقًا، يكون له عمليًا نفس التأثير على الأسماء مع إضافة مزيد ومزيد من الأوصاف المرهقة للذهن.

والاستعانة بالأوصاف الغريبة نجده أيضًا فى الفيزياء ما تحت الذرية، حيث تُوصف الكواركات الأصلية بأنها "علوية" و "سفلية" و "غريبة". وفى وقت لاحق يُرمز إلى كل كوارك بواسطة ثلاثة "ألوان" مختلفة، مما جعل العدد الكلى للكواركات يرتفع إلى تسعة. ثم أُضيف كوارك آخر تحت اسم "الفاتن". وأُضيفت بعد ذلك أيضًا "نكهات" إلى الأوصاف. يقدم كوبرا مزيدًا من التوضيح التفصيلى لهذا الأمر فى كتابه "طاو الفيزياء"، لكن هذه الفقرة كافية لتوضيح استخدام هذه الأوصاف.

وحيث إنه لا يوجد سوى ثمانى ثلاثيات – لم تكن كافية لتمثيل التنوع فى المواقف التى واجهها الملوك القدامى _ دُمجت الثلاثيات لتشكل السداسيات أى "الكوان الموحد" أو "الكوان الكبير". أما سبب قفز الحكماء إلى "البنية الرباعية" (أربعة خطوط) و" الخماسية" (خمسة خطوط) فهو أمر غير معروف. ومع ذلك تقدم بعض الكتب الصينية المعاصرة بنى رباعية يُحصل عليها من مضاعفة تتالى البنى الثنائية أو بحذف الخطين السفلى والعلوى فى البنى السداسية، لكن هذا العمل يتسم بالمبالغة فى التأمل التنبؤى ولا يعبر عن التطور الأصلى للبنى السداسية.

وينتج عن مضاعفة بنية ثلاثية معينة بنية سداسية تحتفظ بنفس اسم البنية الثلاثية. مثال لذلك، يُضاعَف الثلاثى كون K'un لبناء البنية السداسية كون K'un وأحيانًا مايبدو فى أحكام الملك وين أو المشاهد التى يلحقها كونفوشيوس على النص، أن مضاعفة البنى الثلاثية يؤدى إلى التأكيد على مدلولها من خلال نفس أسماء البنى السداسية. مثال لذلك فى السداسى رقم ٢٩ يقول الحكم: "تكرار ثلاثيات كان Kan يدل على الإخلاص". (ونصوص الآى تشنج المترجمة فى كل هذا الكتاب مرجعها برنامج "الآى تشنج للحاسب" من إعداد س. يان وج. ف. يان).

هناك عدد كلى لتوليفات الثلاثيات المحتملة يبلغ ٨ × ٨ = ٦٤ مجموعة، وينتج عن ذلك ٦٤ بنية سداسية. والسداسى مكون من نوعين من الثلاثيات أُعطى كل منهما

اسمًا مختلفًا. والأسماء الراهنة للسداسيات هى تلك التى استخدمها الملك وين، رغم أن أغلب الأسماء ليست من ابتكاره. وتمثل أسماء السداسيات معانيها بشكل عام ، وليس كما هو الأمر بالنسبة "للألوان" و"النكهات" فى نظرية الكواركات، التى لا يراد بها التعبير عن أوصاف للحالات الفيزيائية. وتشير أسماء السداسيات عادة إلى الفكرة الرئيسية لخطوطها الفردية. ويعتقد الصينيون أن كل اسم من أسماء السداسيات يعكس حالة روحية محتملة. ونقول حالة "محتملة" لأن الآى طاو احتمالى فى صميمه، وليس "حتميًا". (انظر فى الفصول التالية التوسع فى مصطلحات الاحتمالية).

من الأمثلة المفضلة لدىَّ صدمة الرهبة التى تلقاها لايبنتز عندما تعرف على السداسيات، حيث سياق نظام السداسيات الذى يُطلق عليه فو هسى مماثل لأعداد لايبنتز الثنائية. ويمكن التوصل إلى هذا التماثل ببساطة بجعل الين صفراً (٠) واليانج واحداً (١). لذلك فمن خلال السداسى كون (ستة خطوط ين) إلى السداسى شين (ستة يانج)، تتعدد الأرقام الثنائية المناظرة من ٠٠٠٠٠٠ إلى ١١١١١١ .

وها هنا تماثل مدهش آخر بين الآى طاو والفيزياء المعاصرة؛ حيث نجد أفضل تمثيل للجسيمات فى النظرية الكمية للجسيمات تحت الذرية، بواسطة حالات الطاقة المختلفة لها، المحددة بأرقام كمية – وهى أرقام متميزة باستخدام الترقيم العشرى أو الثنائى. والأرقام الثنائية هى الجانب الكمى للبنى السداسية فى الآى تشنج!

وليس لسياق الملك وين نفس الانتظام الحسابى لسياق فو هسى. ويبدو أن ترتيب السداسيات فى سياق الملك وين تحدى المعالجة الرياضية لزمن طويل، كما لاحظ جاردنر فى مقالته. لكن هذا السياق واعدٌ جدًا دون شك؛ حيث يرى الدارسون الصينيون أن هذا السياق هو كلمات الشفرة لثورة شو. ويبدو أن الملك وين وضع مسودة لسياق ثورى يمكن تطبيقه أيضًا على العالم البيولوجى أو الفيزيائى أو على سلالة حاكمة أو على بلد أو مجتمع. تذكر أن الصينيين لم يقصروا إمكانية تطبيق الآى تشنج أبداً على مجال واحد. ودعنى أقدم قراءة مختصرة حول كيفية فهم سياق الملك وين.

تعتبر أول بنيتين سداسيتين، شين (أى السماء أو الخلاق) وكون (أى الأرض أو الوهاب) العنصرين الأساسين لكل شىء. ولقد كرّس كونفوشيوس أحد "أجنحته"

(فصوله) العشر لكتابة الهوامش حول هذين السداسيين. وبمراعاة أهميتهما، يتضح احتلالهما للمكان الأول فى السداسيات. فعن طريق السماء والأرض، أو التفاعل بين اليانج والين، يظهر شيء ما (ذرة أو كائن حي أو بلد أو كون). فى البداية يواجه هذا الشيء مشاكل خلال نموه (آلام النمو)، ويُوصَف هذا الموقف بأنه "تون T'un" فى السداسى رقم ٣ . وبراءة الطفولة يصفها السداسى رقم ٤، مينج Meng . وللمحافظة على الجسم قويًا يحتاج الأمر إلى التغذية (السداسى رقم ٥، هسو)، ويؤدى التنافس حول التغذية إلى النزاع (رقم ٦، سونج Sung)، ويؤدى النزاع إلى استخدام القوة (رقم ٧، شيه Shih).

بعد الخضوع بالقوة يظهر قائد (يكون المنتصر عادة) ويرغب الناس فى التجمع تحت قيادته أو فى أن يكونوا أصدقاء له (رقم ٨، بى Pi). يمثل السداسى رقم ٩، هسياو هسى، تجمع الأصدقاء وتبادل النصيحة بينهم. من ناحية ثانية يجب أن تكون النصيحة الموجهة إلى الملوك مؤدبة تمامًا، كما لو كان المرء يحاول أن يمشى الهوينا على ذيل نمر بدون أن يعضه النمر (رقم ١٠، لى Li) . وبهذه الطرق ستجد المنظمة كلها السلام والازدهار (رقم ١١، تاى T'ai) . ولسوء الحظ قد يصل ذلك إلى النهاية القصوى العكسية (رقم ١٢، بى P'i) ، لكن هذه النهاية القصوى للاضطراب يمكن تحويلها بدعم المَدد من الجماهير (رقم ١٣، تونج جين Tung Jen). فى هذه الحالة يمكن للبلد أن يحصل من جديد على ممتلكات ضخمة تا يى (Ta Yue رقم ١٤)، وقد تفيض هذه الممتلكات أو تنفجر، فتكون الحاجة ماسة للتواضع من أجل البقاء (رقم ١٥، شيين Chien) .

قد يحدث تطور فرعى هنا، فالتمتع يصاحب المالك عادة (رقم ١٦، يى Yue) مهما حاول المالك أن يكون متواضعًا. مزيد من الناس ينضمون إليه ليتبعوه (رقم ١٧، سوى Sui). لقد حان الوقت لإجراء بعض الإصلاحات، حتى بالنسبة للأضرار التى يكون الوالدان سببها (رقم ١٨، كو Ku).

تمثل السداسيات من رقم ١ حتى ١٨ المجلد الأول من المجلدات الثلاثة لنص الآى تشنج.

يستأنف السداسي رقم ١٩، لين Lin الإصلاحات العظيمة والحظ السعيد للسداسيين الأولين، لكن هناك تحذير: سوء حظ بعد ثمانية أشهر. ولا يجب أن تكون "الأشهر الثمانية" بالضرورة ثمانية أشهر تبعًا للتقويم، لكنها دورة ذات طول غير محدد، (الثمانية تكون عادة مقياسًا لفترة زمنية أو مجموعة أشياء فى الآى تشنج، أى ثمانى ثلاثيات). تقدم السداسيات فى الجزء الثانى من الآى تشنج (من رقم ١٩ حتى ٤٠) مواقف إضافية يمكن توقعها، وبعضها مماثل لتلك الموجودة فى الجزء الأول بسبب مظهر نفس العناصر الشائع. وكثير من الحواشى الصينية، مثل تلك التى تخصنى، تناقش كل بنية سداسية كما لو كانت التابع الطبيعى للبنية السداسية السابقة عليها.

والسداسيات فى الجزء الثالث (من رقم ٤١ حتى ٦٤) تشابه قليلاً أو كثيرًا ما ورد فى الجزئين السابقين. هناك ارتفاعات وانخفاضات وحالات نقص أو زيادة وبعض الحالات تكون بين الطرفين. والاستثناءات التى يمكن ملاحظتها : هما السداسيان الأخيران شى شى Chi Chi (رقم ٦٣) ووى شى Wei Chi (رقم ٦٤).

فى السداسى رقم ٦٣ يوجد ثلاث ثنائيات متماثلة كلها "ين جديد". ومواقع الخطوط "صحيحة"، أى أن خطوط اليانج فى أماكن الأرقام الفردية ـ مواقع الأول (القاع) والثالث والخامس، وخطوط الين فى أماكن الأرقام الزوجية ـ الثانى والرابع والسادس (القمة). والتناظر التام فى مواقع الخطوط يعطى انطباعًا بأن كل شىء راسخ (شى شى يعنى "بعد الاكتمال"). ويقول الحكم إن هذا مجرد نجاح صغير و"حظ سعيد فى البداية واضطراب فى النهاية"، ويأتى بعد هذا السداسى وى شى Wei Chi ("قبل الاكتمال")، ووظيفته تذكرنا بأن الآى طاو دائم التغير، وأن البندول يجب عليه أن يتأرجح بين الجهتين. فى السداسى رقم ٦٤ يوجد ثلاث ثنائيات "يانج جديد"، كل خطوطها فى المواقع الخطأ (اليانج فى الزوجى والين فى الفردى). وتشير هذه البنية السداسية الأخيرة أيضًا إلى الطبيعة الدورية للآى طاو كله.

إضافة إلى المواقع الستة للخطوط هناك ثلاثة مواقع ثابتة لسياق الثنائيات: الأرض (فى القاع) والإنسان (فى الوسط) والسماء (فى القمة). تتيح الأرض المكان والسماء الزمن، ويتركان التوافق الوسطى للإنسان (الشعب) لكى يحصل على فرصته.

وفى الحقيقة تعنى تفسيرات الخطين فى الوسط أن هذين الموقعين يتحولان أو يتغيران بمعدلات مرتفعة. وسوف نعود إلى هذه النقطة فى الفصل السابع عند مناقشة سياق البنى الثنائية. والمناقشات حول سياق البنى الثنائية فى الآى تشنج ليست تفصيلية كما هو شأن الثلاثيات وتفاعلها فى بنية سداسية محددة. ويُميِّز الثلاثيان العلوى والسفلى أيضًا كبنية خارجية وأخرى داخلية ، وبنيتان إحداهما ذاهبة والأخرى قادمة. والحاجة إلى ثلاثيين وثلاثة سياقات للثنائيات يجعل اختيار ستة خطوط نتيجة طبيعية.

الفصل الخامس

الخطوط والثلاثيات

من أجل إجراء مقارنة عميقة بين الآى تشنج والعلم الحديث، إضافة إلى توضيح التماثل الظاهرى الذى يُعرض هنا وفى عروض أخرى، يجب فهم كيف يفكر الطاويون والكونفوشيون وكيف يعملون، وكيف يمكن تطبيق منهجهم على العلم الحديث إذا كان ذلك ممكن حقًا.

وقد نُوقشت العلاقة المنطقية بين السداسيات المتساوقة فى الفصل السابق، وفى هذا الفصل يجرى مزيد من الاستكشاف للعلاقات ما بين السداسيات مع عدم الاقتصار فى ذلك على السداسيات المتتابعة. فقد ترتبط إحدى البنى السداسية بأخرى خلال التغييرات التى تحدث فى خط أو أكثر. وسوف نتوسع فى دراسة منهج هذه التغيرات فى الفصل التالى، الذى يعرض بالتفصيل النظم المختلفة لاستخدام الآى تشنج فى التنبؤ. وتُستخدم طرق التنبؤ هذه لاختيار بنية سداسية كخطوة أولى للإجابة عن تساؤل ما، وتُختار السداسيات خطًا وراء خط، بحيث تتكون من أسفل إلى أعلى، ويتحدد أحد "الأرقام الطقسية" ٦ أو ٧ أو ٨ أو ٩ خلال عملية التنبؤ بأحد الخطوط الستة فى السداسى. والخط يمكن أن يكون ين أو يانج، ويكون لديه الميل للتغير (من الين إلى اليانج أو من اليانج إلى الين) أو يميل إلى البقاء مستقرًا. وحسب التقليد المتبع فإن ٦ و ٨ يعنيان ين، و ٧ و ٩ يعنيان يانج. والرقمان ٦ و ٩ يتغيران، ويبقى الرقمان ٧ و ٨ كما هما. وبشكل عام فإن الخطوط التى تتغير هى التى ينتج عنها تفسيرات محددة.

تسبب بعض النصوص القديمة الارتباك؛ حيث تُستخدم الأرقام الطقسية في سياق البنية الثنائية أحيانًا، وفي الخطوط الفردية في أحيان أخرى. وعند تخصيص الأرقام الطقسية لسياق البنية الثنائية فإنها تمثل بنى محددة تشبه إلى حد بعيد "الأرقام الكمية" في النظرية الكمية، وتُعرّف كما يلي:

٩ يانج قديم	٨ ين جديد	٧ يانج جديد	٦ ين قديم

والقاعدة الأساسية للأرقام المتغيرة موجودة في القول المأثور القديم: "القديم يتغير والجديد لا يتغير". وبتطبيق ذلك على الخطوط فإن ذلك يعني أن خط الين يكون "قديمًا"، ويتغير إذا كان قد حصل على الرقم ٦ خلال عملية التنبؤ، ويكون خط الين "جديدًا" ويبقى بدون تغيير إذا كان قد حصل على القيمة ٨ . وخط اليانج يكون "قديمًا" ويتغير إذا كانت له القيمة ٩، ويكون "جديدًا" ويبقى مستقرا إذا كانت قيمته ٧ .

لو كان دوق شو ـ الذي كان هو نفسه عالم رياضيات عظيم، وهو الذي فسر الخطوط التنبؤية المفردة ـ قد استخدم الأرقام الطقسية مباشرة في تساوق البنى الثنائية، ما كان من الممكن أن يحدث هذا الارتباك الذي يواجهنا في توضيح التماثل الاحتمالي لسياق الأشكال الثنائية والقواعد الأربع لجزيئات الرنا (انظر الفصول التالية). من جانب آخر فإن التغير في كلا خطي بنية ثنائية يسبب بعض الصعوبة، إما لأن تغير خطين أمر أكثر تطرفًا وإما لأنه لوقت طويل كان يُنظر إلى الخطوط المفردة على أنها الوحدات الأساسية للتغير. ولهذين السببين أصبح من الممكن اختيار حل وسط في عملية التنبؤ باستخدام "الأرقام الكمية" لسياق البنى الثنائية في الخطوط التنبؤية المفردة.

وقد كان التنبؤ يُمارَس بالآي تشنج قبل دوق شو، كما توضح كثير من حكايات التاريخ المسجل، وابتُكرت تقنيات تنبؤ متنوعة لتحديد الأرقام الطقسية الأربعة للخطوط. وكانوا يصلون إلى النبوءة باستخدام الأرقام الطقسية الناتجة عشوائيًا من تباديل ٥٠ عصا من نبات الألفية[٨] أو بالعلامات على ظهر سلحفاة. ومن المحتمل أن طريقة

(٨) yarrow أو milfoil نبات الألفية الذي يحمل أزهارًا ذات رائحة، وهو نبات له أوراق مُفلّجة وزهور بيضاء – المترجم .

العملات المعدنية الثلاث للعرافة (قراءة البخت) قد ابتُكرت فى أركان الشوارع؛ حيث يمكن للعرافين - تلك القلة التى كان يمكنها فهم ما قاله كونفوشيوس - الحصول على بعض المكاسب خلال وقت قصير.

وقد تكون طريقة إلقاء العملة قد انتشرت خلال حكم أسرة سونج بعد أن جعل شو هسى التنبؤ بالآى تشنج شائعًا. ويتيح تصنيف كل خط بأنه "قديم" أو "جديد" القدرة على معرفة الخط (أو الخطوط) التى يجب تغييرها. وفى كل هذه الطرق، كانت التغييرات فى الخطوط المفردة فقط هى التى تُسجَّل.

ويعتبر تمثيل الخطوط المفردة مهمًا ؛ لأن السداسى الأصلى، فى مجمله، قد يكون له معنى بالغ الاتساع لا يناسب سؤال محدد ، وهذا نقد شائع نسمعه أيضًا فى الوقت الراهن صادر ممن لا يصدقون الآى تشنج. وعلى أية حال فإن القديم فقط هو الذى يتغير - الين القديم بالرقم الطقسى ٦ واليانج القديم بالرقم ٩ .

هناك فى الآى تشنج نصوص محددة - عِرافَة Oracles - لتفسير معنى الخطوط التى تغيرت بالحركة. ويتم تجاهل الخطوط التى لم تتحرك. (ولكن ك. ج. يونج، فى مقدمته المطولة لكتاب فيلهلم، اختار أن يقرأ كل الخطوط الستة كما لو كانت تطورًا متتابعًا لسؤاله. وتلك الطريقة، بشكل ما، تعتبر مزيدًا من التوسع فى الإجابة. ولكن فى الممارسة الصينية، مثلها مثل طريقة يونج، يجب تجنب المطلقات).

إضافة إلى ذلك، لا يجب أن نأخذ تفسير الخطوط المتحركة الناتجة عن "العرافة" على أنها الكلمة الأخيرة فى الموضوع. تتحول الخطوط المتحركة (المتغيرة) إلى نقائضها - يصبح الين يانج واليانج ين - وينتج عن ذلك تحول البنية السداسية "الأصلية" أو "الأولية" أو الوصفية إلى بنية سداسية جديدة أو مساعدة أو تنبؤية. ويمكن عندئذ دراسة البنية السداسية المساعدة مع البنية السداسية الأولية بهدف توسيع مجال الإجابة.

ونتيجة وجود كل هذه الكثرة من الطرق المختلفة لقراءة إجابة ما أنه لا توجد قراءة مطلقة أو نهائية. فإذا كان خط متحرك يتنبأ بسوء حظ، مثلاً، فلا يُعتبر ذلك نهاية للأمر أو نهاية للكلام؛ لأن البنية السداسية المساعدة ستتيح تبصرًا إضافيًا للإجابة التى نحصل عليها.

سوف نهتم الآن باستكشاف الاحتمالات النسبية للقراءات المختلفة المرشحة لأن تكون تنبؤا صادقًا. مثال لذلك، فإن فرصة أن يكون التنبؤ بخط متحرك صادقًا > (أكبر من) فرصة أن يكون التنبؤ بالسداسي الأولى صادقًا. وهذا بدوره > (أكبر من) فرصة التنبؤ بواسطة السداسي المساعد. ولا يقتصر الأمر على ذلك، فإذا كان هناك كثير جدًا من الخطوط المتحركة، قد يؤدى ذلك إلى انعكاس اتجاه عدم تساوى فرص الاحتمالات، مما يجعل السداسي المساعد هو الأكثر احتمالاً لأن يعطى التنبؤ الصحيح. (انظر أيضًا الفصل التالى).

وهناك اعتبار آخر يتعلق بتفسير خط ما ألا وهو أن تكون قيم الخط "لائقة" - متحرك / غير متحرك وين / يانج - تبعا لموقعه فى السداسى. وقد يكون موقع خط متحرك لائقًا أو غير لائق، فكما ناقشنا ما يخص السداسيين ٦٣ و ٦٤ فى الفصل السابق، كانت خطوط اليانج مستريحة فى المواقع الأول والثالث والخامس، وحيث تفضل خطوط الين مواقع الأرقام الشفعية. (على القارئ أن يتذكر أن الأرقام فى السداسيات تبدأ من أسفل إلى أعلى، وهو عكس اتجاه الكتابة باللغة الصينية). يُضاف إلى ذلك أن الخط المتحرك قد يرضى عن الخطوط المجاورة له أو لا يرضى عنها، أو قد يتأثر بها. وهذه المفاهيم مماثلة لتلك المستخدمة فى الكيمياء الحيوية والفيزياء الإحصائية، مثل (الموقع الصحيح) لرد فعل النموذج[٩] template reaction والتفاعل مع أقرب الجيران.

بذلك نكون قد قدمنا بعض المفاهيم الدقيقة فى نظرية الاحتمالات بدون استخدام صيغ معقدة، مما يجعلها سهلة حتى بالنسبة لهؤلاء الذين لم يألفوا التعامل مع الرياضيات والعلوم عالية التخصص. دعنا الآن نعرض الاحتمالين الرئيسيين للرياضى برنولى: بى p لاحتمال النجاح وكيو q (= 1 - p) لاحتمال الفشل. وفى الآى تشنج يمكن تعريف بى على أنها احتمال التنبؤ بحظ حسن. ومن الشرح السابق تكون بى دالة لثلاث نتائج: (١) الخطوط المتحركة، (٢) السداسى الأولى، (٣) السداسى المساعد. وإسهام النتائج الثلاث ليس متساويًا وقد لا يمكن صياغتها بصيغ على هيئة معادلات. وحسب طريقة تقدير "الخط المتحرك الأكثر احتمالاً" MPML ، التى تُعرض بالتفصيل فى الفصل التالى، سيؤخذ فى الاعتبار أيضا الخطوط الأخرى فى السداسى الأولى.

(٩) قالب مثل جزىء الحمض النووى الذى يعتبر نموذجًا لتركيب جزىء كبير، فى الكيمياء الحيوية - المترجم .

ويشبه ذلك جزئيا طريقة التناظر[١٠] correlation فى نظرية الاحتمالات أو ظاهرة التعاون فى البوليمرات[١١] الحيوية biopolymers . ومرة أخرى فإن التناظر لا يمكن تمثيله بالمعادلات. بالنسبة للآى تشنج تُؤخذ فى الاعتبار مساهمات السداسيين الأولى والمساعد فى بعض الحالات المحددة فقط، وهذا يشبه الاحتمال الشرطى.

كما رأينا فى الفصل السابق، ينتج عن الجمع التوليفى بين تتالى الثلاثيات الثمانية ٨ × ٨ = ٦٤ سداسيًا. ولهذا السبب يُطلق على السداسيات أيضًا الكوانات المجمعة (أو الثلاثيات المجمعة إذا كان علينا تجنب الأسماء الصينية الأقل دقة) هناك ثمانية كوانات مكررة فقط (وهى السداسيات ذات السياقات المكررة تمامًا للثلاثيات) وهى التى تحتفظ بنفس أسماء الثلاثيات الأصلية.

أضفنا فى الفصل السابق "الألوان" إلى أسماء أربع بنى ثنائية للحصول على أسماء للثلاثيات الثمانية. ورغم أن هذه التسمية منطقية تمامًا من وجهة نظر الفيزياء الذرية، فإنها تبدو غريبة بالنسبة للخبراء فى الآى تشنج. مثال لذلك، أُطلق على الثلاثى شين (chen الصدمة والرعد) "الين الأسود القديم" فى الفصل السابق، لكن لشين نفسه سمة ذكورية قوية. وفى الواقع، أعطى الآى تشنج أيضًا جنسًا للثلاثيات، ولكن بطريقة غير متوقعة – "غير متوقعة" بالنسبة للممارسة غير الملائمة بإضافة وصفات مثل الألوان والنكهات.

يصنف الآى تشنج الثلاثيات الثمانية تبعًا للأعضاء فى أسرة نموذجية: هناك الأب والأم وثلاثة أبناء وثلاث بنات. ومن الواضح أن هذا يعطى أيضًا جنسًا لكل بنية ثلاثية. فالثلاثى شيين (Chien السماء) وكون (الأرض) يحتفظان بجنسيهما كالذكورة والأنوثة القديمتين، أو الأب والأم. ويُحصل على ثلاثيات الجيل الأصغر باستبدال خط واحد فى الثلاثيين المخصصين للأب والأم. ولشرح ذلك، نرسم الثلاثيين للوالدين :

☷	☰
كون	شيين
(الأم)	(الأب)

(١٠) التناظر هو التغير المتزامن فى قيمة متغيرين عشوائيين – المترجم .
(١١) البوليمر مركب كيميائى يُناقش لاحقًا – المترجم .

واستبدال أول خطين (فى الأسفل) بين الأب والأم يُنتج أول ابن (الأكبر) وأول ابنة (الكبرى) :

☳	☴
شين	هسين
(الابن الأكبر)	(البنت الكبرى)

وبالنسبة للجيل الأصغر يُحصل على جنس الثلاثيات باستخدام قاعدة: " الذكر لديه ين أكثر والأنثى لديها يانج أكثر". ومثال لذلك، فإن الابن لديه خطّان من ال ين وخط يانج واحد. وموقع خط اليانج يحدد موقعه فى الأسرة. وبطريقة مماثلة فإن الابن الثانى والابنة الثانية والابن الثالث والابنة الثالثة يحصلون أيضًا على أسمائهم :

☲	☵
لى	كان
(الابنة الثانية)	(الابن الثانى)

☱	☶
توى	كين
(الابنة الثالثة)	(الابن الثالث)

وهذا النظام فى التسمية يمكن تذكره بسهولة بمجرد فهم "القاعدة". ومن ناحية ثانية ليس أعضاء العائلة هى المشاهد الرئيسية التى ناقشها كونفوشيوس فى حاشيته "المشهد". وبديلاً عنها تُستَخدم "الصور الكبيرة"، ولقد أصبح مألوفًا لدينا الآن الصور الكبيرة بالنسبة لشيين وكون وهى السماء والأرض. وكذلك بالنسبة لشين (الصدمة) وهسوين (اللطيف) هما الرعد والريح على التتالى. وبالنسبة لكان K'an فهو الماء وبالنسبة للى Li فهى النار. وأخيرًا هناك الجبل كين Ken والبحيرة توى Tui .

وهذه الصور وأعضاء الأسرة أحيانًا هى التى يتكرر استخدامها كثيرًا فى تمثيل "مشاهد" البنى السداسية. وبالنسبة للثلاثيات المتكررة تقابلنا جمل فى المشاهد مثل:

السداسى رقم ٥٧ هسوين. ريح تأتى بعد ريح أخرى.

السداسى رقم ٥٨ توى. بحيرة تلتحم بأخرى.

السداسى رقم ٣٠ لى. سطوع متكرر.

السداسى رقم ٥١ شين. رعد متكرر.

السداسى رقم ٢٩ كان. ماء يتدفق باستمرار.

السداسى رقم ٥٢ كين. جبال مضاعفة.

ولا تحتاج السماء والأرض إلى التكرار لأنه ؛ لا يوجد سوى واحد من كل منهما، والثلاثيات المتكررة يكون لها نفس المعنى مثلها مثل الثلاثيات المفردة، لكن ضم بنيتين ثلاثيتين معًا لتكوين بنية سداسية يعتبر أمرًا آخر.

ويتكون السداسى رقم ١١ تاى T'ai من البنيتين الثلاثيتين الأرض فوق السماء. وبالعكس فإن السداسى بى P'i رقم ١٢ تكون فيه السماء فوق الأرض. وفيما يلى تظهر تفسيرات أخرى غير متوقعة: (T'ai السلام والازدهار) هو أمر طيب جداً وبى P'i هو العكس تمامًا. والثلاثى فى الموقع السفلى يعنى أنه "فى الداخل" أو "مقبل"، وذلك العلوى يكون "خارجى" أو "راحل". وحيث إن السماء أضخم من الأرض فإن حكم السداسى تاى هو "أتى الكبير ورحل الصغير". وبالنسبة إلى بى "أتى الصغير ورحل الكبير".

ولا يكون التفاعل بين الثلاثيين العلوى والسفلى بهذا الوضوح دائمًا. وعند محاولة تعميم النزوع إلى حسن الحظ الذى يتنبأ به الآى تشنج، سيكون دائمًا متعلقًا فقط ببعض أحكام تنحو إلى الحدود القصوى. وفى التفاعل بين الثلاثيات فإن الحدود القصوى هى التاى وال بى، كما تم توضيحه سابقًا. وهناك ثمان سداسيات يكون الثلاثى السفلى فيها هو الشين (السماء) هى التى تتنبأ بوضوح بالحظ الجيد. ولكن عكس هذا الأمر غير صحيح فيما يخص السداسيات التى يكون كون (الأرض) هو الثلاثى السفلى لها. ويتم الوصول إلى معنى السداسى أيضًا عن طريق التفاعلات، وهو أمر يختلف عن التفاعل بين بنية ثلاثية وبنية ثلاثية أخرى. والثلاثيات نفسها هى تجميع لخطوط منفردة، يُعتقد أنها أكثر دقة من الثلاثيات. ويحدث التفاعل بين ثلاثى وثلاثى آخر خلال وجودهما فى السداسى (ضمن السداسى intra – hexagram) ، بينما يمكن للخطوط أن تتسبب فى تفاعلات تتخلل السداسى inter – hexagram .

واستخدام قواعد مفترضة للحصول على متغير ما (مثل حسن الحظ) بدرجة عالية من التأكد فى التنبؤ بالآى تشنج، سوف يواجه دائمًا بأن المتغير الآخر (سوء الحظ) يتم التأكد منه بدرجة أقل تبعًا لهذه القواعد. ومن جديد نجد هنا تشابهًا مع فيزياء الجسيمات الأولية: إذا اختار المرء قياس موضع الجسيم بدقة عالية، فإنه يفقد دقة قياس كمية الحركة (قاعدة هيزنبرج لعدم اليقين).

وتمثل كل التشابهات المذكورة سابقًا (الاحتمالات الشرطية والارتباطية والأرقام الكمية وقاعدة عدم اليقين... إلخ) قائمة مثيرة للإعجاب تعبر عن التوافق الكيفى بين الآى تشنج والعلم المعاصر. والقاسم المشترك الأساسى بينهما أن كلاهما يعتبر احتماليًا فى صميمه. والفيزياء هى الفرع الأكثر ارتباطًا بالكم فى العلم، وتشابهها مع الآى تشنج من عدة جوانب هو من الناحية الكيفية فقط حتى الآن. ولكن، كما تمت الإشارة إليه سابقًا، يمكن بسط الآى تشنج إلى العالم البيولوجى. وفى الوقت الراهن فحتى البيولوجيا الجزيئية مازالت علمًا كيفيًا (وصفيًا)، لكن التشابه بين الآى تشنج والبيولوجيا أكثر من الناحية الكمية منه مع الفيزياء، كما سيُوضَح فى الفصل القادم.

وحتى خارج هذه التشابهات، يعالج الآى تشنج مشكلة الوعى. وقد يتم فى نهاية الأمر الدمج بين علم النفس والبيولوجيا، ويوجد مجال جديد يطلق عليه "علم النفس البيولوجى biopsychology) لا يحتاج إلى أسرة للمرضى. من الواضح أن الآى تشنج هو أقدم وأول محاولة لهذا الدمج. ولهذا السبب تستحق ممارسة التنبؤ بالآى تشنج مزيدًا من الفحص التفصيلى.

الفصل السادس

طرق العرافة والتنبؤات

تصور أنك تريد استشارة الآى تشنج. فيجب عليك أن تُعِدَّ نفسك وتجهز متطلبات التنبؤ. فأول شيء يجب أن تكون صادقًا فى طلبك حتى تحصل على إجابة جادة. ولصياغة سؤالك بشكل ملفوظ أو بشكل فكرى غير منطوق، يجب أن يكون موجزًا ويتعلق بشئونك الراهنة. مثال لذلك، إذا كنت تريد إلقاء سؤال حول وطنك لكنك مجرد مواطن عادى، سيبدو السؤال ضخم جدًا ومتسع المجال. والأسئلة الرحبة تتلقى إجابات متسعة، والسؤال الساذج ستكون له إجابة قد لا يكون لها علاقة بالسؤال. وقاعدة "إدخال معلومات غير صحيحة" فى "تجاربك" على حاسبك، تنطبق أيضًا على مدخلات التنبؤ. ولا يجب تكرار السؤال، وكما هو وارد فى السداسى رقم ٤ – مينج Meng أو طيش الشباب – "أجيب عن السؤال الأول، وإذا أُلقى أكثر من مرة، سيكون مزعجًا، وأنا لا أحب أن أنزعج". والتركيز فى السؤال الذى ترغب فى إلقائه أمر بالغ الأهمية قبل أو خلال عملية التنبؤ.

والخطوة التالية أن تجهز المواد الضرورية، وبأخذ حمام وارتداء ملابس نظيفة، فإنك تُظهر إخلاصك ثم تبدأ عملية التجهيز. وفى حالة استخدام طريقة العصى، تتطلب هذه العملية التقليدية منضدة عالية تحمل الآى تشنج و ٥٠ عصا، وتُحرق البخور ويحتاج الأمر إلى حركات السجود بهدف المراسم الجادة. وبالطبع فإن الوضع يختلف فى الوقت الراهن؛ حيث يمكن التخلى عن أغلب أو كل تلك الطقوس. ومع ذلك يظل التركيز فى السؤال شرط أساسى للحصول على إجابة صحيحة. ولسوء الحظ فإن المعاصرين مصابون بتشتت الذهن بدرجة كبيرة، ويكونون عاجزين غالبًا عن التركيز على فكرة واحدة لمدة طويلة – وهذه المدة تتراوح بين ٢٠ و ٣٠ دقيقة فى طريقة العصى.

ولهذا السبب كانت طريقة العصى تعتبر غير مناسبة للعصر عملياً، وذلك قبل ظهور طرق المحاكاة بواسطة الحاسب.

وكانت البخور تُحرَق قبل ظهور مشاهد كونفوشيوس ودوق شو والملك وين وفو هسى أو أى منهم. ويجب أن تواجه الشمال؛ لأنه يُعتقد أن الحكماء والملوك كانوا يولون وجوههم نحو الشمال. وعندما بدأ استخدام طريقة العملات المعدنية _ كان يتم ذلك عادة عند أركان الشوارع؛ حيث يعمل العرافون المحترفون – لم تكن هناك حاجة إلى أغلب تلك الطقوس، لكن مازال على ممارس هذا العمل أن يتجه بوجهه نحو الشمال تعبيراً عن الإخلاص.

(١) طريقة العملة المعدنية: هى الطريقة المستخدمة للحصول على أرقام عشوائية بسرعة؛ إذ تُستخدم ثلاث عملات متشابهة نظيفة، تُقذف مرة واحدة للحصول على خط واحد. حرك العملات فى راحة يديك كما لو كانت كوباً، ثم ألقها على ثوب نظيف. إذا كان عدد مرات ظهور وجه العملة هو ٠ ، ١ ، ٢ ، و ٣ فإن هذا يعنى أن "الأرقام" هى ٦، ٧ ، ٨ ، و ٩ على التتالى[١٢] . وبمعنى آخر فإن كل وجه يُحسب بثلاث نقاط، وكل ظهر يُحسب بنقطتين. بذلك تحصل على الأرقام الطقسية الأولى لأدنى خطوط البنية السداسية. وتلقى العملات مرة ثانية وتحسب نتائج ظهور الوجه والظهر وينتج عنه الأرقام الطقسية للخط الثانى. وبنفس الطريقة يتم الحصول على الخط الثالث والرابع والخامس ثم خط القمة فى السداسى. وتوصى أغلب الكتب الإنجليزية عن الآى تشنج باستخدام طريقة العملات المعدنية. ومع ذلك فإن الممارسين الحرفيين يفضلون طريقة العصى للأسباب الموضحة فيما يلى.

(٢) طريقة عصى الألفية: تنمو سيقان نبات الألفية حول مقبرة كونفوشيوس فى مقاطعة شانتونج. قد يكون هناك أكثر من جزء واحد فى العصى: لقد نما الجزء السفلى تحت الجزء العلوى، مما يعنى تحول الين واليانج. وللحصول على الأرقام العشوائية بهذه الطريقة تُستخدم ٤٩ عصاة فقط من العصى الخمسين التى تم

(١٢) إذا كان الوجه = ٣ والظهر = ٢ فإن ٠ ، ١ ، ٢ ، و ٣ تعنى بالنسبة للصفر عدم ظهور الوجه فى العملات الثلاث أى أنها كلها ظهر أى ٢ × ٣ = ٦، وفى حالة ظهور الوجه مرة واحدة فإنه يأخذ ٣ نقاط + ٢ × ٢ = ٧ وهكذا بالنسبة لظهور الوجه مرتين ثم ثلاث مرات – المترجم .

تجهيزها للاستخدام. قسّم الـ ٤٩ عصاة بشكل عشوائى إلى كومتين (أ) و (ب) أى أن أ + ب = ٤٩ . خذ عصى من ب وضعها بين إصبعيك الرابع والأخير فى يدك اليسرى. وبالنسبة للكومة أ استبعد (بيدك اليمنى) أربع عصى كل مرة حتى لا يبقى سوى ١ أو ٢ أو ٣ أو ٤ من العصى. (قسِّم الكومة أ على ٤ واحصل على الباقى). ضع الباقى بين إصبعيك الثالث والرابع فى يدك اليسرى. استبعد بنفس الطريقة واحصل على الباقى فى الكومة ب (حيث "ب – ١"/٤ يعطى باقى ١ أو ٢ أو ٣، وعندما يمكن قسمة "ب – ١" على ٤ فإن الباقى يكون ٤)، ضع الباقى من العصى بين إصبعيك الثانى والثالث فى يدك اليسرى. ويعتبر الصينيون الإبهام هو الإصبع الأول.

هناك أربعة احتمالات ممكنة فقط لتجميع العصى الباقية فى يدك اليسرى: ١، ١، ٣ و ١، ٢، ٢، و ١، ٣، ١، و ١، ٤، ٤ . ومجموعها هو ٥ و ٥ و ٥ و ٩ على التتالى. تُوضع هذه العصى على جانب؛ فهذه هى الخطوة الأولى فقط للحصول على الأرقام الطقسية.

وتُجمَع العصى الباقية معًا (ليست تلك التى كانت فى يدك اليسرى) وتُقسَّم عشوائيًا مرة أخرى إلى كومتين. احصل على البواقى ثم احسب المجموع كما تم سابقًا، وستكون التآلفات الممكنة فى هذه الحالة هى: ١، ١، ٢ و ١، ٢، ١ و ١، ٣، ٤ و ١، ٤، ٣ (أى أن المجموع ٤ و ٤ و ٨ و ٨). ضعها جانبًا من جديد مع المجموعة الأولى. هذه هى الخطوة الثانية، التى مازالت فى إطار الحصول على الرقم الطقسى "الأول".

تُجرى الخطوة الثالثة باستخدام العصى الباقية (تلك التى لم توضع جانبًا)، حيث يتم تقسيمها وحساب النتائج بنفس الطريقة السابقة. ضع العصى جانبًا، بحيث تكون تالية للمجموعتين السابقتين.

العصى الباقية (التى لم تُوضع جانبا) إما أن يكون مجموعها ٢٤ أو ٢٨ أو ٣٢ أو ٣٦ . وبقسمتها على أربعة يكون الناتج ٦ أو ٧ أو ٨ أو ٩ . أحد هذه الأرقام التى حصلت عليها يكون هو الرقم الطقسى "الأول" (للخط السفلى).

بطريقة مماثلة يمكن الحصول على الرقم الطقسى الثانى، مع البدء بال ٤٩ عصى الأصلية. وبتكرار هذه العملية أربع مرات أخرى يتم الحصول على كل الأرقام الطقسية الستة.

تُجرى عملية العصى بهدوء وبدون تعجّل. ومن الواضح أنها عملية مملة بالنسبة للمعاصرين الذين قد لا يتوافر لديهم الصبر لممارسة هذا الطقس، بغض النظر عن التركيز والإخلاص اللازمين للتنبؤ، لكن كل هذه العملية يمكن وضعها فى برنامج فى حاسب صغير يحتوى على نفس الطريقة البارعة فى إيجاد أرقام عشوائية ويعرض الأرقام الطقسية المطلوبة بمجرد لمس مفتاح.

وقد نوقشت عمليتا ممارسة الطريقتين عند جاردنر فى مقالته فى "ساينتفيك أمريكان" فى ١٩٧٤ (ويعتبر استخدام ست عملات فى هذه المقالة خطأ). وقد حسب جاردنر أيضًا احتمالات الحصول على الأرقام ٦ و ٧ و ٨ و ٩ من خلال الطريقتين:

الطريقة	أ (٦)	أ (٧)	أ (٨)	أ (٩)
العملات الثلاث	٨/١	٨/٣	٨/٣	٨/١
العصى	١٦/١	١٦/٥	١٦/٧	١٦/٣

حيث تشير أ (٦) إلخ إلى احتمالات الحصول على الأرقام الطقسية ٦ ... إلخ، أو احتمال الحصول على خط ين متحرك ... إلخ. مع ملاحظة أننا نستخدم فى هذا النص الاحتمالات لتكون مساوية للواحد أى:

أ (٦) + أ (٧) + أ (٨) + أ (٩) = ١ (٦ . ١)

ويختلف ذلك عمّا وصل إليه جاردنر. ونلاحظ أيضًا أنه يتوفر فى كلا الطريقتين، احتمال الحصول على خط ين (متحرك أو غير متحرك) يساوى الحصول على خط يانج، وكلاهما معا يساوى ٢/١ .

أ (٦) + أ (٧) + أ (٨) + أ (٩) = ٢/١ (٦ . ٢)

ويمكن استنتاج قيم الاحتمالات لطريقة العملة بسهولة تامة: مثال لذلك، فإن احتمال الحصول على وجه لكل عملة هو ٢/١ واحتمال الحصول على ثلاثة أوجه فى العملات الثلاث هو (٢/١) × (٢/١) × (٢/١) أو ٨/١، كما هو موضح فى الجدول

السابق. أما طريقة استنتاج قيم احتمالات طريقة العصى فإنها تحتاج إلى جهد أكثر بكثير حتى إن جاردنر يحيل إلى مجلة رياضيات متخصصة للاطلاع على استنتاجها. واحتمال الحصول على خط ساكن (له الرقم الطقسى ٧ أو ٨ يعتبر أكبر من الحصول على خط متحرك (٦ أو ٩) فى كلا الطريقتين. وتعطى طريقة العملة مجموعة احتمالات متناظرة، بينما الاحتمالات فى طريقة العصى غير متناظرة. ويرى جاردنر عدم التناظر ذلك (وهو طبيعى أكثر لأن الاحتمالات على شكل "مسلسلات حسابية") دعمًا حسابيًا للداعين إلى النقاء الذين يعارضون طريقة إلقاء العملة.

وكما اتضح سابقًا فإن التنبؤ بالآى تشنج يعتبر بالغ الاتساع بحيث لا يعطى إجابة محددة للسؤال الواحد. ويعود ذلك إلى طبيعة الآى طاو، الذى يتجنب المطلقات. وتعطى الخطوط المفردة التركيز الضرورى الأكثر تحديدًا. وهناك طريقتان لاختيار الخطوط المفردة المناسبة، الأولى ببساطة بقراءة الخطوط المتحركة أو المتغيرة. وفى الطريقة الثانية، إذا كان هناك أكثر من خط واحد متحرك، احصل على "الخط المتحرك الأكثر احتمالاً" (خ م أ ا) _ أى الخط الذى يشير إلى هيئة السداسى الأكثر احتمالاً أن يكون هو المناسب للسؤال المطروح. وسوف أشرح هذه الطريقة فيما يلى. وقبل أن أفعل ذلك فإنه توجد صعوبة أخرى فى التفسير علينا مواجهتها؛ حيث يحدث أحيانًا أن يكون هناك خط مفرد يتنبأ بكل من حسن الحظ وسوء الحظ. مثال لذلك: يقول السداسى رقم ٣، التسعة فى المكان الخامس : "فوائد متراكمة للشعب، يجب محاولة إصلاح الأشياء والقوانين بطريقة طفيفة. الإصلاحات الضخمة تجلب سوء الحظ". ويقول السداسى رقم ٣١، الستة فى المكان الثانى: "تحريك كامل الساقين يجلب سوء الحظ. إذا ظل المرء ساكنًا فى مكانه، سيجلب حظًّا سعيدًا".

ورغم أن الآى تشنج يتحدث عن أشياء أخرى غير الحظ، يمكن تصنيف أغلب الأحكام حسب "درجة" الحظ. "فالحظ السعيد" و"الحظ السيئ" هما نوعا التصنيف الأساسيين فى الين – يانج – كما يحدث تمامًا فى القصة؛ حيث يجب التمييز أولاً بين الشخصيات الجيدة والسيئة، وبين هذين الحدين يوجد "بدون خطأ" و"بلا مسئولية" و"بدون فاجعة" ... إلخ – تمامًا مثل التصنيف رباعى المراحل للبنى الثنائية الأربع،

حيث يوضع الين الجديد واليانج الجديد بين طـــرفى الين القـــديم واليانج القديم. ويمكن تقديم درجة الحظ بالترتيب التالى :

(حسن)			(سيئ)
حظ حسن	بدون خطأ	خزى	حظ سيئ
ميزة	بدون فاجعة	ندم	خطر

وحتى بالنسبة للحكم على قصة ما يظل من الممكن النظر إليها كقصة جيدة أو سيئة. وبالطبع فإن قدرة الآى تشنج على معرفة الحظ هو السبب وراء استخدامه فى التنبؤ. ويظهر كلا من الحظ الحسن والحظ السيئ فى أى شكل سداسى. والاستثناء الوحيد هو السداسى رقم ١٥، شيين، أى التواضع، فكل خطوط هذا السداسى تتنبأ بحسن الحظ. وقد يكون سبب تعاليم هذا السداسى أن الصينيين المحافظين يتمسكون دائما بالتواضع الجم.

ويشكل عام، وبهدف مزيد من التأكد ومزيد من الدقة، يجب البحث عن الإجابة التى تتيحها الخطوط المتحركة. ومرة أخرى نشير إلى وجود طريقتين لتفسير البنى يمكن تطبيقهما على كلا طريقتى التنبؤ :

(١) قراءة الخطوط المتحركة: فى الطريقة التى تقدمها أغلب الكتب والمقالات والبرامج الإنجليزية تُقرأ الخطوط المتحركة فقط فى البنية السداسية الأولية بالرقمين الطقسيين ٦ أو ٩ . ويتم عندئذ تغيير الخطوط المتحركة إلى عكسها (الين إلى اليانج واليانج إلى الين) بذلك نحصل على السداسى المساعد.

وتفسير الحكم المتعلق بالخطوط المتحركة فى السداسى الأولى هى النصيحة التى تحصل عليها. ومع تنفيذ هذه النصيحة تصبح النتيجة هى التى يتم التنبؤ بها فى السداسى المساعد. إذا لم تكن الأرقام الطقسية تتضمن ٦ أو ٩ لن يكون هناك سداسى مساعد، والحكم هو النصيحة الوحيدة التى حصلت عليها. وتشير الأمثلة التاريخية إلى عدم الحاجة إلى إتباع النصيحة إذا كانت غير مفيدة لما يسعى إليه الشخص. والأمثلة التالية حُصل عليها ببرنامج الحاسوب الذى أعددناه :

مثال (١) السؤال : يسأل مخترع عن تسويق ابتكاره الجديد.

تظهر الأرقام الطقسية : ٧ ٧ ٧ ٦ ٨ ٨

وتشير إلى السداسى رقم ١١ تاى

حكم الملك وين :

"تاى" تعنى السلام. ذهب الصغير، ويأتى العظيم. حظ سعيد. نجاح.

المشهد عند كونفشيوس :

تتحد السماء مع الأرض لتشكيل "تاى". وهكذا يحكم الحكماء القدامى تبعًا لقيم السماء والأرض، ويساعدون فى تطبيق هذه القيم تبعا لأحوال السماء والأرض، فى توخى صالح الناس.

تفسير الخطوط المتحركة عند دوق شو:

رقم ستة فى المكان الرابع: يسقط المرء مضطربًا، دون افتخار بثروته. ويأتى جيرانه، ليس كما تم التحذير منه سابقًا، ولكن بإخلاص لديهم.

السداسى المساعد: رقم ٣٤، تا شوانج

حكم الملك وين:

تا شوانج، القوة. من المفيد أن تكون راسخًا ولائقًا.

وسوف يُعرَض تحليل تفصيلى لهذا المثال لاحقًا.

مثال (٢) طالب يسأل عن الانتقال من مدرسة خاصة إلى مدرسة عامة مجاورة.

تظهر الأرقام الطقسية : ٧ ٨ ٨ ٨ ٨ ٨

وتشير إلى السداسى رقم ٢٤ ، فو

الحكم عتد للملك وين :

فو، العودة، نجاح مع العودة.

العودة والذهاب يقتضيان عدم التعجل، الأصدقاء يأتون بدون لوم لك. وكل شهر سابع عودة للموسم. من المفيد إنجاز عمل ما.

المشهد عند كونفشيوس:

الرعد تحت الأرض لتكوين "فو". وهكذا يغلق الملوك القدامى البوابات فى زمن الانقلاب الشتوى. التجار لا يسافرون. ولا الحكام يزورون.

لا يوجد سداسى تنبؤى مساعد لهذا السؤال.

وقد التحق هذا الشاب بالمدرسة العامة وحصل على درجات ممتازة نتيجة الاهتمام بدراسته.

وظهور الأشكال السداسية بدون سداسيات مساعدة منتشر تماماً نظراً لارتفاع احتمالات الحصول على الرقمين ٧ و٨ فى كلٍّ من طريقتى العصى والعملات.

(١) الخط المتحرك الأكثر احتمالاً: يستخدم الصينيون تقنية قدّمها كونفشيوس لتوصيف الحكم الذى نحصل عليه بدقة عندما يكون هناك أكثر من خط متحرك. وهذه الطريقة المشار إليها يطلق عليها "الخط المتحرك الأكثر احتمالاً" وللاختصار (خ م أ ا). ويؤدى وجود خطان متحركان أو أكثر إلى الارتباك فى الإجابة؛ لأن الخطوط قد تعطى نصائح متناقضة. وقد يظهر التناقض حتى فى خط مفرد. وفى هذه الحالات على المرء أن يقبل كلا الإجابتين أو ينظر إليهما باعتبارهما يشيران إلى أمرين متتاليين فى السياق. وفى أغلب حالات التنبؤ بالحظ الحسن والحظ السيئ معًا لا تُتَبَعُ النصيحة.

ويبدو أن طريقة (خ م أ ا) تضع فى حسبانها الارتباط بين الخطوط. ("الارتباط" مصطلح رياضى لكن استخدامه هنا أقل صرامة). وفى هذه الطريقة تُجمع قيم الأرقام الطقسية الستة فى السداسى مع طرح المجموع "م" من ٥٥ والفرق "ف" (= ٥٥ – م) يُقسَّم بين الخطوط، من أسفل إلى أعلى. أى بتعداد مواقع السداسى ابتداء من أسفل بالرقم "١"، والموقع الأعلى بالرقم "٦". وعند الوصول إلى الموقع العلوى أو السفلى يُعكَس الاتجاه، مع عد الموقع العلوى أو السفلى مرتين. مع التوقف عند الموقع المساوى لعدد الفرق "ف". وهذه هى طريقة (خ م أ ا). والجدول التالى يوضح كل النتائج الممكنة فى حساب (خ م أ ا).

جدول الخط المتحرك الأكثر احتمالاً

م المجموع	ف (٥٥ – م)	رقم الخط ١	٢	٣	٤	٥	٦	خ م أ أ
٥٤	١	١						١*
٥٣	٢	١	٢					٢
٥٢	٣	١	٢	٣				٣
٥١	٤	١	٢	٣	٤			٤
٥٠	٥	١	٢	٣	٤	٥		٥
٤٩	٦	١	٢	٣	٤	٥	٦	٦ (علوى)
٤٨	٧	١	٢	٣	٤	٥	٦ ٧	٦ (علوى)
٤٧	٨	١	٢	٣	٤	٥ ٨	٦ ٧	٥
٤٦	٩	١	٢	٣	٤ ٩	٥ ٨	٦ ٧	٤
٤٥	١٠	١	٢	٣ ١٠	٤ ٩	٥ ٨	٦ ٧	٣
٤٤	١١	١	٢ ١١	٣ ١٠	٤ ٩	٥ ٨	٦ ٧	٢
٤٣	١٢	١ ١٢	٢ ١١	٣ ١٠	٤ ٩	٥ ٨	٦ ٧	١
٤٢	١٣	١ ١٢ ١٣	٢ ١١	٣ ١٠	٤ ٩	٥ ٨	٦ ٧	١
٤١	١٤	١ ١٢ ١٣	٢ ١١ ١٤	٣ ١٠	٤ ٩	٥ ٨	٦ ٧	٢
٤٠	١٥	١ ١٢ ١٣	٢ ١١ ١٤	٣ ١٠ ١٥	٤ ٩	٥ ٨	٦ ٧	٣
٣٩	١٦	١ ١٢ ١٣	٢ ١١ ١٤	٣ ١٠ ١٥	٤ ٩ ١٦	٥ ٨	٦ ٧	٤
٣٨	١٧	١ ١٢ ١٣	٢ ١١ ١٤	٣ ١٠ ١٥	٤ ٩ ١٦	٥ ٨ ١٧	٦ ٧	٥
٣٧	١٨	١ ١٢ ١٣	٢ ١١ ١٤	٣ ١٠ ١٥	٤ ٩ ١٦	٥ ٨ ١٧	٦ ٧ ١٨	٦ (علوى)
٣٦	١٩	١ ١٢ ١٣	٢ ١١ ١٤	٣ ١٠ ١٥	٤ ٩ ١٦	٥ ٨ ١٧	٦ ٧ ١٨ ١٩	٦ (علوى)**

ملاحظات عن الجدول :

● عندما تكون كل الخطوط الطقسية تسعة تجب قراءة الحكم الذى يقول: "استخدام التسعة فى كل الخطوط: كوكبة من التنينات بلا رأس. حظ جيد. (عندما تكون كل الخطوط تسعة يتغير هذا السداسى إلى السداسى رقم ٢، كون).

●● عندما يحدث ذلك يجب قراءة الحكم الذى يقول: "الستة فى كل الخطوط يعنى أن الفائدة تأتى مع السلوك القويم. (عندما تكون كل الخطوط ستة يتغير هذا السداسى إلى السداسى رقم ١، شين، الذى يمثل دوام الاستقامة).

ونحصل على أكبر مجموع عندما تكون كل الأرقام الطقسية تسعة: م= ٦×٩= ٥٤ . وأقل مجموعة هو م = ٦ × ٦ = ٣٦، عندما تكون كل الخطوط ستة. وبإضافة ١ إلى المجموع الأكبر تكون النتيجة ٥٥ . وتم اعتباره الرقم الذى نطرح المجموع منه. والأمثلة التالية لها (خ م أ ا) :

مثال (٣) : زوجان فى متوسط العمر يسألان عن الانتقال إلى منزل أصغر.

الأرقام الطقسية : ٦ ٧ ٨ ٧ ٦ ٨

السداسى رقم ٤٠ ، شين

الحكم عند الملك وين :

شين، الفَرَج، الفائدة فى الجنوب الغربى. إذا انسدت المسالك ففى العودة حسن الحظ، وإذا كان هناك هدف تتجه إليه فإن التعجيل من حسن الحظ.

الخطوط المتحركة عند دوق شو:

ستة فى الموقع السفلى: لا لوم. (هذا هو خ م أ ا)

ستة فى الموقع الخامس: إذا كان الحكيم يصل إلى الفَرَج بنفسه سيكون هذا حظ سعيد. إن ذلك يمكنه ترسيخ الثقة حتى لدى صغار الناس.

وهناك خطان متحركان فى المثال ٣ . وتبعًا للطريقة (١) فإن كلا من الخطين السفلى والخامس هما الإجابتان، ولكن فى طريقة الخط المتحرك الأكثر احتمالاً،

يكون الخط السفلى هو الإجابة الرئيسية. مجموع الأرقام الطقسية ٤٢ و "ف" ١٣، ومن الجدول نجد أن هذه النتيجة تؤدى إلى أن الخط السفلى هو الخط المتحرك الأكثر احتمالا. إذا انتهى عد (خ م أ ا) عند خط لا يكون رقمه الطقسى ٦ أو ٩ ، نتجاهل العد ولا يوجد فى هذه الحالة (خ م أ ا).

والمثال ١ ليس له (خ م أ ا) تبعًا لهذه الطريقة.

وهناك احتمال لسبعة مواقف يمكن مواجهتها عند استخدام الأرقام الطقسية.

١ – لا توجد خطوط متحركة. (كل الخطوط الطقسية ٧ أو ٨). انظر حكم الملك وين. لا يوجد سداسى تنبؤى مساعد.

٢ – خط متحرك واحد. (رقم طقسى واحد ٩ أو ٦). هناك احتمالان: (أ) احصل على (خ م أ ا)، وإذا كان ٩ أو ٦ انظر التفسير فى (خ م أ ا). (ب) إذا لم يكن الخط المتحرك فى موقع (خ م أ ا)، انظر الحكم المناظر للسداسى التنبؤى الأصلى أو تفسير الخط المتحرك.

٣ – خطان متحركان. (أ) إذا كان أحد الخطوط المتحركة هو أيضا (خ م أ ا)، انظر التفسير فى (خ م أ ا). (ب) إذا لم يكن أحد الخطوط المتحركة (خ م أ ا)، انظر حكم السداسى التنبؤى الأصلى.

٤ – ثلاثة خطوط متحركة. (أ) إذا كان أحد الخطوط المتحركة (خ م أ ا)، انظر تفسير (خ م أ ا). (ب) إذا لم يكن أى من الخطوط المتحركة (خ م أ ا)، قم بتغيير الخطوط المتحركة إلى نقيضها للحصول على السداسى التنبؤى المساعد. انظر حكمى "كلا من" السداسيين الأصلى والتنبؤى.

٥ – أربعة خطوط متحركة. (أ) إذا كان أحد الخطوط المتحركة هو أيضا (خ م أ ا)، انظر تفسير (خ م أ ا). (ب) إذا لم يكن أى من الخطوط المتحركة الأربعة (خ م أ ا)، احصل على السداسى التنبؤى المساعد. وانظر الحكم المناظر لهذا السداسى.

٦ – خمسة خطوط متحركة. (أ) إذا كان أحد الخطوط المتحركة هو أيضا (خ م أ ا)، انظر تفسير (خ م أ ا). (ب) إذا لم يكن أى من الخطوط الخمسة المتحركة (خ م أ ا)، انظر حكم السداسى التنبؤى المساعد.

٧ – ستة خطوط متحركة. ليست هناك حاجة للحصول على (خ م أ ا). قم بتغيير الخطوط إلى نقيضها، واحصل على السداسى التنبؤى المساعد. وانظر الحكم فيه. إذا كانت كل الخطوط تسعة أو ستة، انظر "حدوث تسعة" أو "حدوث ستة" فى السداسى رقم ١ أو ٢، على التوالى.

ومن الواضح أن طريقة الخط الأكثر احتمالا محاولة للتدقيق فى مجال الحكم. وهى ميزة يفتقر إليها مضمون السبب – النتيجة فى الطريقة (١) التى تبدو أكثر بساطة فى الممارسة. وبالطريقة (٢)، فى السؤال المطروح فى مثال ٣، يبدو أن الانتقال إلى منزل جديد لا ضرر منه ، لكن هذا العمل لا يتوقع له أن يكون مثالياً بشكل خاص. وفى الأسئلة "الجيدة" كما هو الأمر بالنسبة للأمثلة السابقة تصبح الإجابات دائماً مرتبطة بدرجة كبيرة بالأسئلة.

فى المثال ١ يمثل الخط فى الموقع الرابع المخترع (الصغير) المتواضع (غير المتفاخر) لكنه يصرف أموره جيداً مع جيرانه. ويوجد خط ين ليّن فى الموقع الملكى (المكان الخامس) يتفاعل بشدة مع اليانج القوى فى المكان الثانى ويعتمد عليه تماماً. والين غير المهم فى المكان الرابع ويمكن أن يكون متواضعاً فقط، ولم يوضح دوق شو ما إذا كان ذلك يدل على حظ جيد أو لا. ومع ذلك فإن السداسى على العموم، كما يشير الحكم، يعد بمكافأة أكبر من تلك الناتجة عنه. ويجب إلحاق النصيحة التى نحصل عليها من حكم السداسى على الخط المتحرك فى المكان الرابع، فى كلٍّ من الطريقتين (١) و (٢).

المثال ٢ الذى لا يحتوى على خطوط متحركة يتضمن إجابة مباشرة، كما وضحنا سابقاً.

والتعبير عن المثال ٣ بطريقة (خ م أ ا) قد وضحناه أيضاً. والتعبير بالطريقة (١) أكثر اتساعاً وذو مضامين أكثر. ويشير الخط المتحرك الآخر (ستة فى المكان الخامس) إلى حظ جيد مشروط. ويقول السداسى نفسه أنه فى حالة وجود فرصة، يجب أن ينتقل الزوجان المعنيان بسرعة إلى موقع جنوبى غربى (أو "غربى أو جنوبى") بالنسبة لمكان إقامتهما الحالى.

ونقدم بعد ذلك مثالاً يوضح متى وكيف تتوقع نبوءات الآى تشنج نتيجة مناقضة تماما لما يقع لصاحب السؤال فى آخر الأمر. هناك حالة تاريخية شهيرة من "عصر الأقاليم المتحاربة" (فى مقاطعة شو الشرقية، عندما كانت الصين مقسمة إلى سبعة أقاليم صغيرة تحارب بعضها بعضًا) عن رئيس عام يسأل عن عزمه الثورة ضد مولاه. تقول الرواية الصينية بالغة الكثافة إنه "حصل على كون الذى يتحول إلى بى" وهذا يعنى أن السداسى الأصلى كان رقم ٢، كون، وأن السداسى المساعد كان رقم ٨، بى، وهذا يعنى أيضًا أنه حصل على الأرقام الطقسية ٨ ، ٨ ، ٨ ، ٨ ، ٦ ، ٨ لكى يصل إلى هذا التغير.

مثال ٤ : قائد يسأل عن التمرد.

وتظهر الأرقام الطقسية ٨ ، ٨ ، ٨ ، ٨ ، ٦ ، ٨

السداسى رقم ٢، كون

تفسير الخطوط المتحركة:

ستة فى المكان الخامس: ثوب أصفر فى أسفل. حظ عظيم.

كان القائد بالغ السعادة، لكن التعبير الذى تلقاه من مفسّره يقول "كل البشائر الجيدة للناس الطيبين. التمرد ليس عملاً للرجل الذى يتصف بالطيبة والاستقامة الكافيين لأن يرتدى ثوبًا ملكيًا أصفر. من فضلك لا تفعل ذلك"، لكن القائد واصل ما عزم عليه وهُزم فيما بعد.

لا يجب استشارة الآى تشنج حول الأمور الخبيثة، وإلا فإنه حتى فى الأحوال التى يتنبأ فيها بحسن الحظ تتحول النتائج إلى أسوأ. وباتباع هذا السلوك ينتج عن الآى تشنج قوة يانج – ين خفية تكون لها أسبقية على القوى الأخرى وينتج عن ذلك، من ناحية أخرى، توابع متناقضة مع ما يمكن توقعه.

يقول جاردنر فى مقالته إن الآى تشنج لا يجب استشارته باستخفاف. ويجب على المرء أن يكون جادًا ومخلصًا فى سؤاله، وأن يركز تفكيره. ويتفق تأييد جاردنر لطريقة العصى كوسيلة فعالة للحصول على هذا التركيز مع الآراء التى تبناها كثير من الخبراء

الصينيين. ومع ذلك يرى الخبراء أيضاً أن "الحكماء" يجب أن "يلعبوا" بالآى تشنج من وقت إلى آخر. وهذا يعنى أنه يجب عليهم دراسته كثيراً ليس فقط من أجل التنبؤ، ولكن أيضاً من أجل دراسة الأدب والفلسفة... إلخ. ويعتبر التنبؤ مع ذلك هو الوسيلة الوحيدة لانتقاء الفهم المناسب لكثير من الحوادث وفى نفس الوقت للوصول إلى قرار يتسم بالذكاء بالنسبة للمشاكل العاجلة.

وفى برامج الحاسبات الصغيرة أخذنا فى اعتبارنا أن آى تشنج هوانج له ترجمة حديثة، وأنه يستخدم طريقة العصى للتنبؤ. ويشير إلى السداسى المساعد، لكنه لا يكمل عرض أحداثه. ويتيح برنامجنا كلا من طريقتى العملات والعصى. ونحصل على الأرقام الطقسية الستة فى طريقة العصى بالنقر على مفتاح الحاسب ست مرات. والفترات الزمنية المختلفة بين النقرات متنوعة تماماً مثل تلك الموجودة فى الطقس العملى.

وتُعرض الخطوط التنبؤية المتحركة وكذلك أحكام السداسيات. وليس لطريقة العملات محاكاة على الحاسب، وهى متاحة للمستخدم بالدخول على بنية سداسية معينة بإدخال الأرقام الطقسية التى حصل عليها. وفى أغلب الأحيان نجد أن المستخدم يحتاج إلى فحص السداسى الذى حصل عليه، أو أنه ببساطة يريد أن يدرس الآى تشنج أو "يلعب" به. وكلا البرنامجين فى الحاسب يستخدمان "مولّد أرقام عشوائية" ينطلق من "نواة" ساعة الحاسب.

والوقت متغير آخر مهم فى التنبؤ؛ لأن الحوادث تتضمن عوامل الزمن. إضافة إلى ذلك فإن الامتدادات الزمنية المختلفة تتيح إلقاء نفس السؤال مرتين أو أكثر؛ حيث إن الزمن مدخل واضح باعتباره جزء من السؤال، بدون التخلى عن القاعدة الذهبية بعدم تكرار الأسئلة. مثال لذلك، يمكن إلقاء سؤال: "هل سأحصل على هذه الوظيفة فى الربيع؟"، وإلقاء نفس السؤال مرة أخرى عن الصيف، باعتبار أن الوظيفة مازالت هى نفسها.

ومثال أخير، لتوضيح موقف الآى تشنج من الأديان. كما أشرنا سلفاً عدة مرات فإن الآى تاو يعتبر غير قاطع فيما يخص الأديان، وقد يعود ذلك ببساطة إلى أنه ليس ديناً فى حد ذاته، وهو يعطى النصائح دون اشتراط التسليم التام.

مثال ٥ : كانت سيدة مضطربة بين تصديقها بكل من تنبؤات الآى تشنج وإيمانها المسيحى. ولم تكن صلواتها لله فعالة كما اعتادت من قبل. وبمعرفتها بعدم شمولية الآى تشنج اختارت سؤالها بعناية: "كيف أصلى من أجل مباركة المسيح؟"

ظهرت الأرقام الطقسية : ٨ ٩ ٨ ٧ ٨ ٧

وتشير إلى السداسى رقم ٦٣ ، شى شى

يؤدى هذا الشكل إلى النبوءة بخط متحرك هو أيضا (خ م أ ا)، والإجابة دقيقة ومرتبطة تماماً بالموضوع. وحكما هذا السداسى والسداسى المساعد (رقم ٣٦، مينج أى) ليسا واردان هنا. وتفسير الخط "تسعة فى المكان الخامس" يقول:

"الجار فى الشرق الذى ذبح ثوراً قرباناً لن يحقق مزيداً من البركة أكثر من الجار فى الغرب بقربانه الصغير".

والتفسير واضح: فالإخلاص هو أهم ما فى الصلاة. فلا تبالغ فى السؤال. والأضاحى الضخمة ليست ضرورية. وأهم شىء فى هذا المثال أن كلا من السؤال والنصيحة يشيران - بشكل محدد - إلى الكلمة المهمة "المباركة"، ولم يطلب منها الآى تشنج أن تتخلى عن دينها.

الفصل السابع

البنية الثنائية

حتى الآن لم نقدم تفسيرات محددة للبنى الثنائية _أزواج الخطوط، التى يصنع كل ثلاثة منها واحداً من الأشكال السداسية البالغ عددها ٦٤ سداسياً. وتعتبر مناقشة البنى الثنائية وأزواج البنى الثنائية (الرباعيات) حلقة مفقودة فى الآى تشنج، على الأقل فى النسخة التى وضعها الحكماء الأربعة. والطرح التالى يعتبر غير تقليدى، لكن ليس من النادر أن تجد كتباً صينية تناقش البنى الثنائية بطرق مماثلة. ومثل هذه المناقشات، رغم أنها حدسية إلى درجة كبيرة، تعتبر برغم ذلك استقرائية؛ لأن المعانى الجديدة للبنى الثنائية والرباعية مستنتجة من الخطوط والبنى الثلاثية والبنى السداسية. ولهذا السبب نطرح البنى الثنائية هنا بعد تقديم الخطوط والبنى الثلاثية والسداسية وطريقتى التنبؤ.

تبعاً لأعمال الحكماء خلال عهد أسرة سونج والأزمنة اللاحقة، ينقسم السداسى إلى ثلاثة مواقع يطلق عليها "السماء" و"الإنسان" و"الأرض" منسوبة إلى الثنائيات العلوية والمتوسطة والسفلية على التوالى. مثال لذلك السداسى رقم ٦٣، يمكننا التعرف على أن الخطوط الستة تحتل كلها الأماكن الصحيحة (من الآن سنقصر استخدام كلمة "الأماكن" places لتعبر عن الخطوط و "المواقع" positions لتعبر عن البنى الثنائية)، لأن خطوط اليانج تناسبها أماكن الأرقام الوترية (المفردة) وتناسب أماكن الأرقام الشفعية (الزوجية) الين:

المواقع	الخطوط	الأماكن
السماء	— —	٦
	———	٥
الناس	— —	٤
	———	٣
الأرض	— —	٢
	———	١

تشى تشى

ويعنى اسم هذا السداسى تشى تشى" أى ما بعد الاكتمال، ولكن ......"، أى أنه للوهلة الأولى يبدو أن كل الأماكن تحتل بشكل مناسب مواقعها الصحيحة ، ولكن لا محالة فى آخر الأمر أن يكون هناك شىء ما لن يكون على ما يرام. ويقول الحكم "حسن الحظ فى البداية والاضطراب فى النهاية"، ويشبه ذلك إلى حد كبير "قانون مورفى" الذى يستشهد به المهندسون المعاصرون كثيراً: "إذا كان من المحتمل أن يفسد شىء ما، فإن ذلك لا بد أن يحدث".

ولا يعتمد الآى تشنج بشكل خاص على مواقع البنى الثنائية الثلاثة، لذلك فإن محاولات تأويلها تُستنتج من الخطوط والثلاثيات. بالنسبة لموقع "الأرض" الذى يشتمل على الخطين الأول (السفلى) والثانى، فإنه لا يمكن تعميم تنبؤات الخط السفلى. والخط الثانى يناسبه الرقم الطقسى ٦ - والتفسير : "ستة فى المكان الثانى: حظ حسن" هو القاعدة. من ناحية أخرى يشير "تسعة فى المكان الثانى" عادة إلى "الخجل" و"الندم" - إنه أمر سيئ لكنه ليس الأسوأ. ويمكن تلخيص معنى موقع "الأرض" كما يلى:

	٦	٧	٨	٩
المكان الثانى	vv — —	x ——	vv — —	x ——
المكان الأول	— —	— —	——	——

وقد استخدمنا هنا الرموز vv = حظ حسن و x = حظ سيئ لكنه ليس الأسوأ (حظ سيئ أو خطر). والأرقام فوق البنى الثنائية هى الأرقام الطقسية.

ويحتوى موقع "الإنسان" دائمًا على عدم التأكد من التنبؤ، "التسعة فى الموضع الثالث" و"الستة فى الموضع الرابع" تشير عادة إلى "لا لوم" و"لا ندم"... إلخ ، وتوصف بالرمز v . و"سوء الحظ" و"الخطر" يمثلهما الرمز xx ، ويجرى التنبؤ بهما على أنهما "تسعة فى المكان الرابع" و"ستة فى المكان الثالث":

	٦	٧	٨	٩
المكان الرابع	v — —	xx ——	v — —	xx ——
المكان الثالث	xx — —	xx — —	v ——	v ——

وبالنسبة لموقع "السماء" :

	٦	٧	٨	٩
المكان السادس	— —	——	— —	——
المكان الخامس	x — —	x — —	vv ——	vv ——

وكما هو الحال بالنسبة للمكان الأول فإن التنبؤات فى المكان السادس لا يمكن استنتاج قواعد عامة منها. ويجب التأكيد على أنه حتى فى الحالة التى استنتجتُ فيها قواعد، فإنها لا تكون صحيحة دائمًا حيث قد يتأثر الخط بجيرانه. والقواعد المستنتجة سابقًا هى تنبؤات للخطوط المستقلة التى لا "ارتباط" بينها.

ونحن نهتم هنا بالثنائيات الأربعة كلها، التى تم رسمها سابقًا. ويمكن تلخيص القواعد كما يلى تبعا للثنائيات "غير المترابطة":

البنية (الرقم الطقسى)	٦	٧	٨	٩
الرقم الثنائى	00	01	10	11
الموقع				
الأرض	vv	x	vv	x
الإنسان	x	xx	v	x
السماء	x	x	vv	vv

وقواعد "العملية" الإضافية "لمقياس الحظ"[١٢] هى :

حظ حسن (vv) + لا شىء (المكانين الأول أو السادس) = حظ حسن (vv) .

حظ سيئ (وليس الأسوأ) + لا شىء (المكان السادس) = حظ سيئ (x) .

التالى فى الأفضلية (v = لا ملام وغيره من الأحكام المماثلة) + سوء حظ (xx) = حظ سيئ (x) .

سوء الحظ (xx) + حظ سيئ = سوء حظ (xx) .

التالى فى الأفضلية (v) + التالى فى الأفضلية = التالى فى الأفضلية (v) .

هذه القواعد للبنى الثنائية تُستنتج بطريقة تتيح التأكيد على الإجابات فى مقاييس الحظ الأربعة (xx, x, v, vv) . ويمكن اعتبار الجدول السابق ترتيبًا رياضيًا يسمى المصفوفة، مما يجعله فى الواقع "مصفوفة حظ".

(١٢) يُلاحظ فى الأشكال الثلاثة السابقة أنه فى موقعى الأرض والسماء لا يمكن وضع قواعد تنبؤات للخطين السفلى والعلوى، لذلك فنتيجة مقياس الحظ لا تحتاج دمجا بين نتيجة خطين، أما فى موقع "الإنسان" فيحتاج الأمر إلى عملية إضافية لقياس حظ يجمع بين نوعين من الحظ - المترجم .

وقد يغرى ذلك بتحسين المصفوفة بأن نضع فى حسباننا احتمالات أن تتضمن البنى الثنائية كلا من الخطوط المتحركة وغير المتحركة. مثال لذلك فإن احتمال الحصول على بنية ثنائية "ين قديم" يُحسب بطريقة العصى للحصول على أرقام طقسية للخطوط كما يلى:

الثنائى	الاحتمالات الممكنة للأرقام الطقسية فى الخطوط			
	٦	٨	٦	٨
— —				
— —	٦	٨	٨	٦

وهناك أربع توليفات ممكنة للرقمين ٦ و ٨ لتكوين بنية ثنائية لها خطى ين. وفى طريقة العصى، يكون احتمال الحصول على خط له الرقم الطقسى ٦ هو ١/١٦[١٤] ، وبالنسبة للرقم ٨ يكون ٧/١٦، كما شرحناه فى الفصل ٦. وينتج عن ذلك أن احتمال الحصول على ستتين هو :

(١/١٦) (١/١٦) = ١/٢٥٦

وبنفس الطريقة يكون احتمال الحصول على ثمانيتين هو :

(٧/١٦) (٧/١٦) = ٤٩/٢٥٦

واحتمال الحصول على ستة واحدة وثمانية واحدة، وثمانية واحدة وستة واحدة هو

(١/١٦) (٧/١٦) + (٧/١٦) (١/١٦) = ١٤/٢٥٦

من هنا فإن إجمال احتمال الحصول على شكل ين قديم هو :

(١ + ٤٩ + ١٤) / ٢٥٦ = ١/٤

وهكذا يصبح الأمر بسيطًا جدًا. وفى الواقع فإن احتمال الحصول على ين جديد أو يانج جديد أو يانج قديم هو أيضًا ١/٤ لكل منها. وهكذا فإن البنى الثنائية الأربع

(١٤) (١/١٦) هى ١ ÷ ١٦ وهكذا فى كل الحسابات القادمة - المترجم .

لها نفس الاحتمالات. ويُتبع نفس الأمر بالنسبة لطريقة العملات للحصول على الأرقام الطقسية للخطوط.

ويجب "وزن" مصفوفة الحظ التى سبق الحصول عليها (أو ضربها) فى احتمالات ظهور هذه البنى الثنائية الأربع، وحيث إن هذه الاحتمالات متساوية كلها فإنها تُلغَى ويظل شكل المصفوفة وحجمها كما هما.

يضاف إلى ذلك أن التفاعل بين بنيتين ثنائيتين فى البنية السداسية يمكن تعميمه بواسطة تكوين "مصفوفة ارتباط". وتمثل البنيتان الثنائيتان "رباعى": وهو قلب السداسى الذى يمكن الحصول عليه بإزالة الخطين السفلى والعلوى. وهناك احتمال للحصول على ١٦ رباعى، وكل رباعى هو القلب العام المشترك بين أربع سداسيات. ومرة أخرى يمكن تجميع أحكام السداسيات على هيئة "جيد جداً" = vv ، "جيد" = v ، "بدون تعليق" = ٠ ، "سيئ" = x و "سيئ جداً" = xx ، والعلامات التى نحصل عليها بإضافة هذه الرموز تكون كما يلى :

البنية العلوية ←

البنية السفلية ↓

x	v ٢	٠	٠
v ٢	v ٥	v	v ٣
x	٠	v ٢	v
٠	v ٥	٠	v ٤

وقواعد الجمع هى : v + v = ٢ v ، v + x = ٠ ، x + x = ٢ x

وهكذا فإن v و x يلغى كل منهما الأخر، وبشكل منفصل فإن كلاً من v و x قابلان للجمع. وللسداسيات الأربع التى تشترك فى رباعى واحد فى قلبها حد أقصى (الأفضل) حيث تكون ٨ v ، وحد أدنى ٨ x . وهذه القيم الحدية غير موجودة فى جدول الارتباط السابق، مما يشير من جديد إلى أن الآى تشنج يتجنب التطرفات. ومن ناحية

أخرى فإن أحكام السداسيات تكون فى أغلبها إيجابية، فها هو الجدول السابق يوضح وجود عدد من ٧ أكثر من عدد x . ونلاحظ أن اليانج القديم يفضل الموقع السفلى. وأفضل حالة تحصل على تقييم ٥ ٧ وتكون مع ين جديد على قمة يانج جديد ويانج قديم. ثم تأتى حالتى التقييم ٤ ٧ و ٣ ٧ ؛ حيث يكون الين القديم على قمة يانج جديد ويانج قديم، ومن ناحية أخرى "يانج قديم فوق ين جديد وين قديم" يعنى دائمًا وجود مشكلة. وتعتبر أحكام السداسيات نفسها إجمالى متوسطات الخطوط المفردة. ويمكن توقع أن يكون "متوسط" مجموعة سداسيات أربعة ذات بنية رباعية مشتركة، أكثر "ضعفًا" أى أقل قابلية للتنبؤ بالحظ الجيد أو السيئ. لذلك فإن مقياس ٥ ٧ فى الجدول السابق دليل بالغ القوة على أن بنية ثنائية من الين الجديد تفضل أن تكون مدعومة ببنيتين ثنائيتين من اليانج[١٥] .

وفى استطاعتنا الآن أن نلقى نظرة أكثر تفصيلاً على البنية الرياضية للآى تشنج.

(١٥) أى يانج قديم وآخر جديد كما هو موضح بالجدول السابق حيث تحصل هاتين الحالتين على أعلى تقدير وهو ٥ ٧ – المترجم .

الفصل الثامن

رياضيات الآى تشنج

يتمثل الأساس الرياضى للآى تشنج في تكافؤه مع نظام الأرقام الثنائى واستخدامه للاحتمالات. وقد أدى اعتبار الين صفراً (٠) واليانج واحداً (١) بالفيلسوف لايبنيتز إلى اعتقاده بأن ال ٦٤ بنية سداسية تناظر ال ٦٤ مجموعة من الأرقام الثنائية الستة. ويرى جاردنر أن تكوين الأرقام الثنائية بالأس ٢ هو السبب الأساسى فى أن الآى تشنج يمكنه تفسير "كل شىء تقريباً".

ونحن نعرف فى نظرية الأرقام أن النظام الثنائى هو نظام أكثر أساسية من غيره من النظم الرقمية الأخرى، وهو متطابق تماماً مع مفهوم "بت"[١٦] المعلومات الذى يمثل قاعدة تشغيل أجهزة الكمبيوتر الرقمية؛ لأن هذا النظام يعتمد على أس العدد ٢ . ويمكن أيضاً استخدام كلٍ من الأعداد العشرية والأرقام السداسية عشر بشكل مباشر فى برمجة الكمبيوتر. والمرادف له فى الدوائر الكهربائية هو "فصل off" و "توصيل on"، بالنسبة ل (٠) و (١) فى الأرقام الثنائية. ومع البدء ب (٠) نحصل على الأرقام الثنائية بإضافات واحد فواحد كما يلى :

٠ ، ١ ، ١٠ ، ١١ ، ١٠٠ ، ١٠١ ، ١١٠ ، ١١١ ، ١٠٠٠ ، ١٠٠١ ، ١٠١٠ ، ١٠١١ ، ١١٠٠ ، ١١٠١ ، ١١١٠ ، ١١١١ ، ١٠٠٠٠ ، ..... وهى تناظر فى النظام العشرى : (٠، ١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢، ١٣، ١٤، ١٥، ١٦، ......)[١٧]

(١٦) البت bit هو مصفوفة مكونة من أربعة أرقام ثنائية، وعندما يزدوج يسمى بايت byte يستخدم كأحد حروف لوحة المفاتيح فى الحاسب أو أحد الأوامر الضابطة للوظائف – المراجع .

(١٧) (يعتمد نظام الأرقام الثنائية على إعطاء قيمة للوحدة (١) وفقاً لمكان وجودها فى الرقم الثنائى فهو يساوى واحد فى الخانة الأولى واثنان فى الخانة الثانية وأربعة فى الثالثة وثمانية فى الرابعة، ثم تجمع هذه الأرقام لحساب الرقم العشرى المناظر. مثال: الرقم الثنائى ١١٠٠ الواحد فى الخانة الثالثة = ٤ وفى الخانة الرابعة = ٨ فيكون المجموع ١٢ – المترجم) .

وفى "الترقيم الرباعى" تُستخدَم الأرقام من ٠ إلى ٣ كما يلى :

٠، ١، ٢، ٣، ١٠، ١١، ١٢، ١٣، ٢٠، ٢١، ٢٢، ٢٣، ٣٠، ٣١، ٣٢، ٣٣، ١٠٠، ...

ويتم تمثيل "الأرقام السداسية عشر" فى لغة الحاسب كما يلى:

٠، ١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩، A ، B ، C ، D ، E ، F ، ١٠، ١١، .....

والذى يناظر الرقمين الثنائيين فى الآى تشنج هما الين واليانج على التوالى. ويجب ملاحظة أن جاردنر طابق بين الرقمين الثنائيين والين واليانج بطريقة عكسية، لكن عملنا الحالى يبدو أكثر اتساقًا مع استخدام الآى تشنج التقليدى. وبالنسبة للأرقام قال كونفشيوس: "السماء ١ ، الأرض ٢ ، السماء ٣ ، الأرض ٤ ، السماء ٥ ، الأرض ٦ ، السماء ٧ ، الأرض ٨ ، السماء ٩ ، الأرض ١٠". وهكذا يكون اليانج فردى (وترى) والين زوجى (شفعى)، وواصل قائلاً إنه حتى ١٠ يكون جمع الأعداد الوترية ٢٥ ، وجمع الأعداد الشفعية ٣٠ ، وجمعهما معًا هو (٢٥ + ٣٠) = ٥٥، وهو الرقم الكلى الذى يجب أن يطرح منه مجموع الأرقام الطقسية، كما هو وارد فى طريقة حساب "الخط المتحرك الأكثر احتمالاً" فى الفصل ٦ .

وليست الأرقام الثنائية أو العشرية أو حتى السداسية عشر أرقامًا أساسية فقط لكن يمكن استخدامها أيضًا فى الجوانب العملية. فمثال لذلك فإن النظام الإنجليزى القديم لقياس الوزن يحدد الرطل (الباوند) على أنه يساوى ١٦ أوقية. ولسوء الحظ فإن أنصار هذا النظام لم يصروا أبدًا على نظام قياس سداسى عشرى؛ لذلك أصبح هناك ١٢ أوقية سائل فى البينت(١٨) و ١٢ بوصة فى القدم. وتظهر الصعوبة عندما يسأل المرء سؤالاً مثل: "ما هى كثافة الماء النقى عند درجة حرارة الغرفة بالأوقيات لكل أوقية سائل؟"

(الإجابة تكون تقريبًا أوقية لكل أوقية سائل، لكن عليك أن تجرى حساباتك بواسطة النظام المترى حتى تصل إلى هذه الإجابة البسيطة).

أشار جوزيف نيدهام إلى أن الصينيين قد استخدموا الأرقام العشرية منذ نحو ٢٣٠٠ عامًا قبل تبنى الأوروبيون لها. ويعود استخدام الأرقام العشرية تقريبًا إلى نفس

(١٨) البينت 0.568 pint لتر فى النظام البريطانى القديم – المترجم .

الوقت الذى ظهرت فيه أول نسخة للآى تشنج. وفى الواقع فإن الصينيين يثبتون أهمية الأرقام العشرية من خلال تعليم الآى تشنج (إضافة إلى مجالات الاستخدام الأخرى).

وحيث إن التوسع من النظام الثنائى إلى الرباعى إلى الثمانى يصبح أمرًا طبيعيًا، فإنه بمجرد تحديد الين بالقيمة (٠) واليانج بالقيمة (١) (أو شفع ووتر) فإنه يمكن بسهولة الحصول على البنى الثنائية. وهكذا يكون الين القديم = ٠٠، اليانج الجديد = ١٠، والين الجديد = ٠١، واليانج القديم = ١١ عندما نتّبع القاعدة المألوفة للعد من أسفل إلى أعلى. وتكون أرقام البنى الثلاثية الثمانية من (٠٠٠) للأرض حتى (١١١) للسماء. وتبعًا للنظريات المكتوبة أو المتضمنة فى الآى تشنج فإن نظام الترقيم العشرى ظهر من خلال الصور المعروفة باسمى "خريطة النهر" و"كتاب لو".

وتعتمد صورة خريطة النهر على الأسطورة التالية: عندما توّج فو هسى المبجل نفسه (أو أنه تُوِّج) ملكًا على العالم (تحت السماء)، خرج عندئذ حصان تنين من النهر الأصفر، على جسمه نقاط بيضاء وسوداء. كانت النقاط البيضاء مجمعة فى مجموعات من ١، ٣، ٥، ٧، و٩، وكانت النقاط البيضاء فى مجموعات من ٢، ٤ و ٦، ٨، و١٠ . وكانت كل النقاط منظمة بطريقة غريبة كما يوضح الشكل التالى. الأرقام بدون أقواس تمثل مجموعات النقاط البيضاء، والأرقام داخل الأقواس تمثل مجموعات النقاط السوداء.

(٧)

٢

٨ (٣) [٥] ٤ (٩)

(١)

٦

خريطة النهر مُمَثّلة بالأرقام

وفى الشكل المألوف يكون الرقم ٥ فى المنتصف محاطًا بعشر نقاط سوداء (ليست موضحة هنا، خمس نقاط سوداء علوية وخمس سفلية). يُطلق على العشرة والخمسة "الكل" و"النصف" على التوالى فى الآى تشنج؛ لذلك فإنها تقع فى منتصف الخريطة. هناك أربعة أفرع من المركز، تماثل نظام الترقيم الرباعى. وفى كل اتجاه لهذه الخريطة يوجد توازن بين اليانج (الوتر) والين (الشفع).

وإذا لم تقتنع بهذه الخريطة بالتطور من النظام الرباعى إلى النظام العشـــرى، فقد يفيدك "كتاب لو". ويتضمن كتاب لو ثمانية أفرع مع وجود الرقم خمسة فى المنتصف، ويعتبر امتداداً من النظام الثمانى إلى النظام العشرى. وظهر كتاب لو على ظهر سلحفاة عندما كان يو المبجل (المؤسس النظرى لأســـرة هسيا) يواجه نهر لو دائم الفيضان. وقيل إن الأرقام ظهرت بنقاط على ظهـــر السلحفاة، ويبدو "الكتاب" كما هو موضح فى الشكل التالى: تسع نقـــاط على رأس السلحفاة ورقـــم ١ على الذيل و ٧ و ٣ على الجانبين و ٤ و ٢ على الكتفـــين و ٨ و ٦ بالقرب من ساقيها الخلفيتين.

٢ (٩) ٤

(٧) [٥] (٣)

٦ (١) ٨

كتاب لو ممثَّلاً بالأرقام

وهذا بالطبع هو "المربع السحرى" فى فرع الرياضيات التى يطلق عليها الرياضيات التوليفية. وأحد السمات الواضحة هو أن مجموع الأرقام عبر أى خط أفقى أو رأسى أو قطرى هو نفس المجموع ١٥(١٩) .

ويتطلب كل من "الخريطة" و"الكتاب" أن يكون الرقم ٥ و ١٠ فى المنتصف من أجل أن يكتسبا صفاتهما التوليفية.

وحيث إنه تبعًا لنظام الرموز الصينية يبوح الآى تشنج للحكماء الذين يواجهون الجنوب، يعتبر الجانب العلوى من الورقة هو الشمال والسفلى هو الجنوب، مع الشرق على الجانب الأيسر والغرب على اليمين. وخريطة النهر وكتاب لو الموضحان سابقًا يستخدمان هذا النظام للاتجاهات. والفصول والبنى الثلاثية تتحدد أيضًا عبر هذه الاتجاهات، لكننا لن نناقش ذلك الآن.

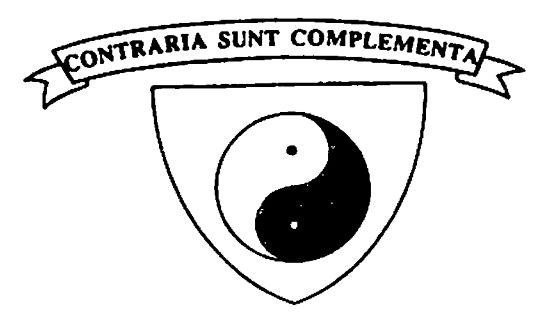
(١٩) ويوجد هذا المربع فى علم الحرف العربى المعروف بعلم الجفر، ومجموع أرقامه ٤٥ وتساوى كلمة آدم، فى حين يساوى مجموع أرقام كل ضلع أفقى أو عمودى أو قطرى ١٥، وتساوى كلمة حوا - المراجع

الاحتمالات والآى تشنج

كما أوضحنا سلفًا؛ يعتبر "التغير" و"الصدفة" من الجوانب المهمة فى الآى تشنج. بالنسبة للتغيرات يضفى التنبؤ صفة الخطوط المتحركة على الرقمين الطقسيين ٦ و ٩ (انظر فصل ٦). وبالنسبة للصدفة يُظهر التنبؤ احتمالات أساسية محددة؛ لذلك فإن نظرية الاحتمالات هى الفرع الأكثر قربًا فى الرياضيات من الآى تشنج، فيما يتعلق بالأسس والممارسة.

ويعتبر التفسير الاحتمالى للظواهر الطبيعية والاجتماعية والنفسية حاليًا ممارسة شائعة، ومع ذلك لم يكن مفهوم الاحتمالات فى بداية القرن العشرين مقبولاً بسهولة. فعن النظرية الكمية قال أينشتين، رغم أنه كان من أحد مؤسسى هذه النظرية، إن "الله لا يلعب بالنرد". وعن الإحصاء قال ونستون تشرشل: "هناك ثلاثة أنواع من الأكاذيب: الأكاذيب العادية، والأكاذيب البغيضة، والإحصاء". وتدل هذه الأقوال على مدى تغلغل الأفكار "الحتمية" الغربية فى العقول.

ومن جانب آخر لم يكن لدى نيلز بور، وهو أيضًا أحد مؤسسى نظرية الكم، مثل هذه الكراهية للتفكير الاحتمالى ، ونتيجة لذلك كان لديه انطباع قوى بالتضمينات الاحتمالية فى الآى تشنج. ومثله مثل لايبنيتز تأكد لدى بور المضمون الدقيق لمفهوم الاحتمالات فى الفلسفة والعالم الفيزيائى. ولقد وجد فعلاً الكثير من المفاهيم الكمية الأساسية فى الآى تشنج حتى إنه كان يعلق رمز التاى شى على بابه ، وكان هذا الرمز موجودًا على رسم شعار النبالة عند حصوله على نوط الفروسية. (انظر الشكل المرفق).



نوط النبالة الذى حصل عليه بور

رسم من مجموعة التصميم من مايند تولز لرودى روكير. حق النشر ١٩٨٧ لرودى روكير.
أعيد طبعه بإذن من شركة هوفتون ميفلين.

بالإضافة إلى نظرية الاحتمالات فإن تطبيق الإحصاء أصبح وسيلة لا غنى عنها فى المجتمع الحديث؛ حيث تمثل قاعدة التنبؤات بالطقس، والتنبؤات الاقتصادية وفى تقييم مستويات الأعمال التلفزيونية والاستفتاءات السياسية، كأمثلة لكثير غيرها من المجالات. وقد يكون سبب ملحوظة تشرشل أن مفهوم الاحتمالات كان فى بداية ظهوره، وكانت تقنيات جمع البيانات الضرورية غير دقيقة.

وهناك اختلافات بين الآى تشنج والمفاهيم العلمية الحديثة للاحتمالات. فلم يزعج الصينيون أنفسهم أبداً بالبحث عن البراهين؛ لأنه فى حالة استشارة الآى تشنج لن تكون هناك أبداً بيانات كافية لهذا الغرض. مثال لذلك، يكون احتمال الحصول على "وجه" العملة فى حالة رميها بشكل عشوائى هو ١/٢ ، وهذه هى القيمة الاحتمالية (القيمة المتوقعة) التى يمكن الحصول عليها بعد رمى العملة عدد غير محدد من المرات. وبالطبع لا يمكن استكمال هذه التجربة أبداً. تصور سلسلة افتراضية من رمى عملة واحدة ، ستكون هناك ثلاث مراحل تطور: (١) بعد رمى عشوائى ٥٠ مرة يظهر الوجه ٢٧ مرة، وإحصائيًا يكون هذا الاحتمال ٢٧/٥٠ . (٢) افترض أنه فى المرة ٩٨ من رمى العملة ظهر الوجه ٤٩ مرة، مما يجعل الاحتمال كما هو متوقع تمامًا. (٣) ستعطى المرة ٩٩ لرمى العملة قيمة احتمال مختلفة عن ١/٢ . يكون الاحتمال الضمنى فى هذه المراحل الثلاث من تطور عملية رمى العملة هى نفسها (١/٢) خلال العملية كلها. لكن فى المرحلة (١) تعطى النتيجة انطباعاً بأن التمسك بالوجه هو وقوف مع الجانب الفائز، وفى الخطوة (٢) يتم التوصل إلى القيمة المتوقعة، لكنها تنقلب فى عملية الرمى التالية (الخطوة ٣). ولا يهتم الصينيون بالوصول إلى الاحتمال المتوقع (١/٢) فى عدد محدد أو غير محدد من الرميات، وبدلاً من ذلك قد يكونون أكثر اهتمامًا بالتطور المتتالى للرمى ٩٩ مرة لمعرفة ما إذا كان هناك توافق ما.

ويعتبر "المتوسط السابق" للتوقع الذى ظهر فى الخطوة (١) فى المثال السابق هو القاعدة المتبعة فى ألعاب اليانصيب. خذ ٤٤ كرة، رقمها من ١ إلى ٤٤، اسحب ست كرات عشوائيًا، وتكون هذه المجموعة هى صاحبة الأرقام الفائزة. وعندما يعود المرء إلى تاريخ سحب اليانصيب مجملاً فإنه يجد عادة أن أرقامًا معينة هى التى تظهر بشكل أكثر تكراراً من غيرها. وفى أحد الإعلانات التجارية فى التلفزيون فى سياتل، مثلاً،

شاهدنا شركة تعلن عن مجموعة من هذه الأرقام "المرجَّحة" لبعض الفائزين المحظوظين. والموقف يماثل الخطوة (١) فى مثال عملية رمى العملة؛ حيث يبدو أن الوجه هو الجانب "المرجح". ووضع مزيد من الاعتماد على جانب أو مجموعة أرقام تُحدَّد بشكل مسبق يمثل إغراءً نفسيًا، لكنه غير صحيح من الناحية الإحصائية. وإذا كان الإغراء على درجة من الشدة قد "يصدق" اللاعب أن أرقامه ستفوز. وبلا استثناء يتوقع كل لاعبى اليانصيب الفوز أو يصدقون أنهم سيفوزون؛ لذلك يدخل فى الألعاب بالإضافة إلى قاعدة الاحتمالات والأحوال الطبيعية (عملية رمى العملة أو جهاز استخراج أرقام اليانصيب... إلخ) عامل آخر هو "الوعى" ("الترجيح" و"التصديق"... إلخ). وفى التنبؤ بواسطة الآى تشنج يكون "للوعى" وزن كبير.

ويظهر الاطراد الإحصائى عندما يكون حجم العينة كبير بدرجة كافية، ويظهر ذلك فى الديناميكا الحرارية الإحصائية عند كميات محددة يمكن حتى وصفها "بشكل قاطع". ولا يكون حجم العينة فى التنبؤ الاقتصادى واستطلاعات الرأى والتطبيقات الاجتماعية الأخرى عادة فى ضخامة النظم الفيزيائية التى تتضمن ترليونات الترليونات من الذرات أو الجزيئات. ولكن فى التطبيقات على المشاكل الاجتماعية أو الاقتصادية لا تكون أحجام العينات المماثلة لنظائرها فى النظم الفيزيائية أمرًا واقعيًا ولا عمليًا. ولتعويض النقص فى حجم العينة، يجب استكشاف معالجات أخرى، وإحداها هى الاختيار الحكيم "لنطاق" التطبيق الإحصائى.

والنطاق فى لعبة اليانصيب ب ٤٤ كرة هو سلسلة الأرقام من ١ إلى ٤٤، باستثناء الكرات الأخرى ذات الأحجام المختلفة والأرقام المكررة أو الخاطئة... إلخ. وفى حالة استطلاعات الرأى لانتخاب حاكم الولاية من الضرورى استطلاع رأى المواطنين المشاركين فى الانتخاب فى هذه الولاية، وليس هناك معنى لاستطلاع رأى ولايات أخرى. وهنا يكون اختيار النطاق أكثر أهمية من حجم العينة. ويطلق على تطبيق النطاق اسم التحليل الإحصائى "أحادى التغير" univariate ؛ حيث يكون هناك "متغير عشوائى" واحد متضمن هنا: فى مثال اليانصيب يأخذ المتغير العشوائى س قيم ١، ٢، ٣، .... ٤٤ . وفى النطاق الذى يتضمن ين ويانج فقط يأخذ المتغير العشوائى "قيم"

ين ويانج. وعندما تتضمن المسألة أكثر من نطاق واحد أو متغير عشوائى واحد، فإن تطبيق الاحتمالات أو الإحصاء يطلق عليه تحليل "متعدد التغير" multivariate . مثال لذلك، يتطلب تصنيف البنية الثنائية متغير واحد للين واليانج، وآخر "للقديم" و"الجديد". وقد ترتبط المتغيرات فى مشكلة ما ببعضها بعضًا من خلال "الارتباط" بينها. وعندما تكون المتغيرات مستقلة عن بعضها بعضًا، أو غير مرتبطة، نُقسِّم المشكلة إلى نطاقين أو أكثر ومعاملة كل منها على حدة. مثال لذلك، فى "القطبين" الأصليين للين واليانج، ليس من الضرورى وجود "قديم" و"جديد"؛ حيث إنهما خارج نطاق القطبين.

والآى تشنج متعدد التغير، والاحتمالات الكلية للحظ السعيد تتحدد بالخطوط المتحركة، فالبنى الثلاثية العلوية والسفلية، فالبنية السداسية وحتى الخطوط غير المتحركة، والتفاعل بينها جميعًا. لكن المرء لا يمكنه أن يقول على وجه التأكيد كم نوع من المتغيرات العشوائية متضمن فى هذه العملية ، ويحدث أحيانًا أن يظهر الزمن أو شخصية المتنبئ الفرد كمتغير مهيمن. والآى طاو حر تمامًا فى اختيار المتغيرات المختلفة.

ووجود متغيرات كثيرة للغاية يؤدى إلى "إضعاف" و"غموض" التنبؤ، وهنا تعود آلية التصحيح الذاتى فى الآى تشنج للعمل من جديد، وابتكِرت الخطوط المتحركة وحساب الخطوط المتحركة الأكثر احتمالاً من أجل "شحذ" التنبؤ. وهناك شىء آخر أساسى أكثر من كل هذه العناصر ألا وهو جعل تقنية التنبؤ عشوائية، مما يشبه كثيراً تصميم جهاز لجعل سحب اليانصيب عشوائى حقًا.

فى الفصل ٦ اقتبسنا نتائج جاردنر فيما يتعلق باحتمالات الحصول على الأرقام الطقسية، ثم وضعنا حالة تسوية (معادلة ٦، ١) ووضعنا قيمة ١/٢ لاحتمال الحصول على خط ين أو خط يانج (معادلة ٦، ٢). وهذه القيمة ليست ثابتة؛ حيث يمكن لاحتمال الحصول على خط يانج أن تتحدد اعتباطًا بالقيمة أ، بحيث يكون احتمال الحصول على خط ين هو (١ - أ). وتكون قيم جاردنر الأصلية هى قيم "الاحتمالات المشروطة" conditional probabilities .

إذا اعتبرنا أن الاحتمال المشروط للحصول على الرقم الطقسى ٦ هو "ب"، على اعتبار أن الخط هو خط ين، فإن :

أ (٦) = ب (١ – أ) (٨ ، ١)

أ (٨) = (١ – ب) (١ – أ) (٨ ، ٢)

حيث أ (٦) و أ (٨) هما احتمالان غير مشروطان للحصول على الرقمين ٦ و ٨ ، على التتالى.

وبشكل مماثل نعتبر الاحتمال المشروط للحصول على الرقم الطقسى ٩ هو ج، وباعتبار أن الخط هو خط يانج، فإن :

أ (٩) = ج أ (٨، ٣)

أ (٧) = (١ – ج) أ (٨، ٤)

وقيم جاردنر هى ب = ١/٨، وج = ٣/٨ بالنسبة لطريقة العصى، وب = ج = ١/٤ لطريقة التنبؤ بالعملات.

وتعتبر المعادلة (٦ ، ٢) حالة خاصة (أ = ١/٢) من المعادلتين السابقتين.

ونلاحظ أيضا أن المعادلة (٦، ٢) تؤدى إلى احتمالات متساوية (١/٤) للحصول على البنية الثنائية، كما طرحت فى الفصل ٧ .

وتغيير قيمة أ من ١/٢ إلى قيمة اعتباطية يغير أيضا احتمالات الحصول على البنى الثنائية ويمكن أن تكون: (١ – أ)^{٢} للين القديم، وأ (١ – أ) لليانج الجديد، وبنفس الطريقة أ (١ – أ) للين الجديد و أ^{٢} لليانج القديم.

وتوليد بنية سداسية فى عملية التنبؤ يتضمن محاولة واحدة فقط، وهذه هى أصغر "حجم عينة" فى التحليل الإحصائى، ويتمثل تبريرها الرياضى فى رفع عدد النطاقات، ففى طريقتى التنبؤ هناك ثلاثة نطاقات _ تلك المصاحبة لـ أ وب وج فى المعادلات السابقة، ويتضمن الشرح والتفسير مزيداً من النطاقات (السداسى الأولى والخطوط المتحركة وتأثيرات الجوار وتفاعل البنى الثلاثية والتغير ما بين السداسيات إلى

السداسيات المســاعدة وزمن التنبــؤ وحتى شخصية طارح الســؤال ـ إذا كان طيبًا أو سيئًا). ويعتبر استـخدام تجربة واحدة والعدد غير المحدد للنطاقات هى السمات الرئيسية فى الاحتمالات فى الآى تشنج.

وفى الفصول القادمة سوف نلقى نظرة بمزيد من التفاصيل على البنية الرياضية المتضـمنة فى كلٍّ من جزىء الدنا والآى تشنج. وأهـم ما فى الموضوع هو استـخدام النظام الرباعى فى نقل المعلومات البيولوجية الجزيئية: القواعد النكليوتيدية الأربعة لجزيئى الدنا والرنا المرسال التى تتوافق تمامًا مع الأرقام الطقسية الأربعة (أو البقايا الرباعية) فى الآى تشنج.

نحن الآن مستعدون لتحويل تركيزنا من الآى تشنج إلى بنية الجزيئات التى تمثل الشفرة الوراثية.

الفصل التاسع

الدنا والرنا والبروتين

مهمتنا فيما تبقى من هذا الكتاب هى توضيح بنية الجزيئات التى تمثل الشفرة الوراثية حتى يتضح التماثل التام بينها وبين بنية الآى تشنج. ولأداء هذه المهمة سوف نعرض أولاً بشكل عام للحقائق الأساسية حول الكيمياء البيولوجية لجزيئى الدنا والرنا، ثم نقدم مجموعة من التطابقات بين هذه البنية الكيميائية البيولوجية وعناصر الآى تشنج التى يلقى أغلبها بشكل ملائم ضوءاً ساطعاً على التشابه فى البنية. وللدخول فى الموضوع سنوضح أولاً أن عدد الكودونات فى الشفرة الوراثية ٦٤ ، وهو نفسه العدد الكلى للبنى السداسية للآى تشنج، ثم نوضح بعد ذلك أن البنى الثنائية الأربعة والأرقام الطقسية الأربعة للخطوط والبنى الثنائية تتطابق مع الأنواع الأربعة لقواعد النكليوتيد، وأيضاً مع التصنيفات الأربعة الرئيسية للأحماض الأمينية.

وقد يبدو للبعض أن هذه التماثلات مجرد تطابق رقمى. ومع ذلك فإنه من المنظور العام للآى طاو تعتبر حقيقة أن الآى تشنج والشفرة الوراثية يشتركان فى البنية الرياضية فى حد ذاته تجلياً للطاو الكامن فى كل ظاهرة وكل بنية.

يطلق على نوع الجزيئات التى تتكون منها الشفرة الوراثية البوليمرات polymers . ويتضمن كثير من الوصف العلمى للبوليمرات مفاهيم هندسية مثل بنية اللولب المزدوج للدنا والبنية اللولبية والبنية ذات الأبعاد الثلاثية للبروتينات. لكن فهم البوليمرات البيولوجية يتطلب أيضاً مدخلاً تحليلياً يعتبر أكثر تجريداً من المدخل الهندسى، والذى يوضح التشابهات الجزئية مع الآى تشنج. وخلال مناقشتنا لهذه البوليمرات البيولوجية سوف نشير إلى صفاتها الهندسية بشكل مختصر فقط، بينما نركز على تحليلاتها.

تتكون البوليمرات من وحدات بنائية صغيرة، وعند ضم هذه الوحدات بطريقة الرأس فى الذيل ـ وهى الحالة الشائعة غالبًا – ينتج بوليمر "خيطى". قد تحتوى الوحدات البنائية أيضًا على أجزاء نشطة أخرى مثل "الأذرع" إضافة إلى الرءوس والذيول. تؤثر هذه الأذرع فى بعضها البعض أو فى مجموعات الرأس أو الذيل للوحدات الأخرى، مما ينتج عنه بوليمرات "متفرعة". يطلق على البوليمرات الأصغر أوليجومر[٢٠] oligomer أو توصف بأنها مونومر monomer أو ديمر dimer أو تريمر trimer ... إلخ، تبعًا لعدد تكرار الوحدات فيها. وتكون البوليمرات الخيطية عادة قابلة للذوبان فى المذيبات، لكن البوليمرات المتفرعة المماثلة لها فى البنية قد تصبح غير قابلة للذوبان فى نفس المذيبات. وتعتبر المادة غير القابلة للذوبان شبكة فى الأبعاد الثلاثة أو مادة هلامية (جيلاتين). وتصلب البوليمرات المتفرعة ذو أهمية بالغة بالنسبة لتجلط الدم؛ حيث تتكون جلطة الفبرين fibrin من جزيئات مولد فبرينوجن fibrinogen .

والبوليمرات الخيطية أو "الجزيئات الكبيرة" شائعة بدرجة كبيرة أكثر بكثير من البوليمرات المتفرعة. وكل البوليمرات البيولوجية (التى تتكون من عناصر كيميائية هى الكربون والأيدروجين والاكسجين والنتروجين والكبريت والفوسفور) تكون خيطية فى بنيتها "الأولية" وقابلة للذوبان فى الماء، إلا أن السلاسل الخيطية قد تتلاحم لتكوين نسق غير قابل للذوبان فى الماء، أو أنها قد تكون جيلاتين لو تلاحمت بشكل تقاطعى، وتعتبر القابلية للذوبان فى الماء أحد أهم الخواص الفيزيائية للبوليمرات البيولوجية.

والبروتينات هى بوليمرات من الأحماض الأمينية. وللحامض الأمينى "رأس" تسمى مجموعة أمينية (H ـ N ـ H) ومجموعة حمضية (ذيل) (COOH ـ) .

وترتبط ذرة كربون مركزية، تسمى الكربون غير المتماثل، بأربع مجموعات مختلفة تمامًا. وبالإضافة إلى المجموعة الأمينية والمجموعة الحمضية يوجد أيضًا ذرة أيدروجين H ومجموعة سلسلة جانبية (R ـ) .

```
H       COOH
|        |
N ------ C ------ R
|        |
H        H
```

(٢٠) بوليمر مكون من اثنين أو ثلاثة أو أربعة من أحادى القسيمة "مركب كيميائى مستقل الجزيئات. غير متبلمر" – المترجم .

تختلف الأحماض الأمينية عن بعضها البعض نظراً للاختلاف فى مجموعات R . وفى المنظومات الحية هناك ٢٠ سلسلة جانبية تؤدى إلى تكوين ٢٠ حامض أمينى (الجدول ٩ ، ١). وفيما يطلق عليه العرض المجسم للكيمياء العضوية (كيمياء مركبات الكربون) يبدو الكربون غير المتماثل للعيان كما لو كان يحتل موقعاً فى مركز رباعى الأسطح، مع ذرات أو مجموعات N ، و C ، و R و H عند الدوامات الأربع. عند النظر من جهة الدوامة H تجاه المركز، إذا كانت الثلاث الأخرى N و C و R فى اتجاه عقارب الساعة، فإن هذا الحمض الأمينى يشار إليه على أنه ذو وضع يسارى، أو يكون فى حالة أخرى يمينى الاتجاه. وكل الأحماض الأمينية الطبيعية الموجودة فى البروتينات يسارية الاتجاه. وتكون البوليمرات البيولوجية الأخرى، مثل عديدة السكريد (بوليمرات السكر)، يسارية الاتجاه أيضاً. والبوليمرات يمينية الاتجاه هى تلك التى يمكن فقط تركيبها فى المختبر، ولا يزال سبب يسارية الاتجاه فى الطبيعة لغزاً، وقد يكون هذا الموضوع أساسى جداً فيما يتعلق بأصل الحياة. وهذا التفضيل فى الميل إلى جانب دون الآخر يعتبر نادراً فى الطبيعة. (مثال آخر لهذا الميل فى الطبيعة هو هيمنة المادة على المادة المضادة فى الكون الذى يمكن رصده).

ترتبط الأحماض الأمينية فى جزئ البروتين بواسطة روابط الببتيد؛ حيث يمثل كل حمضين أمينيين رابطة ببتيد بإقصاء جزىء ماء (H _ O _ H) :

$$H_2N-\underset{\displaystyle R}{\underset{|}{CH}}-CO\boxed{OH+H}\underset{\displaystyle H}{\underset{|}{N}}-\underset{\displaystyle R'}{\underset{|}{CH}}-COOH \longrightarrow$$

$$H_2N-\underset{\displaystyle R}{\underset{|}{CH}}-[\,CO-NH\,]-\underset{\displaystyle R'}{\underset{|}{CH}}-COOH$$

جدول (٩ ، ١) السلاسل الجانبية للأحماض الأمينية

اختصار ثلاثة أحرف	حمض أميني	سلاسل جانبية (R)
Ala	ألانين	$-CH_3$
Arg	أرجينين	$-(CH_2)_2NH\ C=NH$ $\vert$ NH_2
Asn	أسباراجين	$-CH_2C=O$ $\vert$ NH_2
Asp	أسباراتيك	$-CH_2COOH$
Cys	سيستين	$-CH_2-SH$
Gln	جلوتامين	$-CH_2-CH_2\ C=O$ $\vert$ NH_2
Glu	جلوتاميك	$-CH_2CH_2\ COOH$
Gly	جلايسين	$-H$
His	هستيدين	$-CH_2-C=CH$ $\vert\quad\vert$ $HN\quad N$ $\backslash\ //$ CH
Ile	أيزوليوسين	$-CH\ CH_2\ CH_3$ $\vert$ CH_3
Leu	ليوسين	$-CH_2\ CH-CH_3$ $\vert$ CH_3
Lys	لايسين	$-(CH_2)_4\ NH_2$
Met	ميثايونين	$-CH_2\ CH_2-S-CH_3$

جدول (٩ ، ١) السلاسل الجانبية للأحماض الأمينية (تكملة)

اختصار ثلاثة أحرف	حمض أمينى	سلاسل جانبية (R)
Phe	فينايل ألانين	$-CH_2-C_6H_5$ (حلقة بنزين)
Pro	برولين	$-NH_2-CH-COOH$ ، CH ، CH ، CH_2 (حلقة)
Ser	سيرين	$-CH_2-OH$
Thr	ثريونين	$-CH(OH)-CH_3$
Trp	تربتوفان	$-CH_2-C=CH$ ، NH (حلقة إندول)
Tyr	تيروسين	$-CH_2-C_6H_4-OH$
Val	ڤالين	$-CH_2-(CH_3)_2$

والجزىء الناتج عن ذلك هو ثنائى ببتيد dipeptide . ورابطة الببتيد محاطة بأقواس رباعية فى معادلة التفاعل المذكورة سابقًا. ويظل ثنائى الببتيد محتفظًا برأس أمينى وذيل حمضى. والوحدات الأكثر كثرة فى أعضائها أو "عديدة الببتيد" polypeptides تتكون بعملية إقصاء مماثلة لجزيئات الماء. وقد تكون السلاسل الجانبية R و ´R هى نفسها أو قد تكون مختلفة فى ثنائى الببتيد أو عديد الببتيد.

ورابطة الببتيد تكون "مسطحة" أى أنه فى المجموعة (CO _ NH) توجد الذرات فى نفس المستوى.

جدول (٩ ، ٢) قواعد النكليوتيد وازدواجها

ثايمين (ث) — أدنين (أ)

يوراسيل (ى) فى الرنا

سيتوزين (س) — جوانين (ج)

من ناحية أخرى فإن الروابط المتصلة بالكربون اللامتماثل تكون حرة الدوران، وذلك يؤدى إلى خروج السلاسل الجانبية ووحدات الببتيد المجاورة من سطح وحدة الببتيد المعنية. تتيح هذه القابلية للدوران لجزيئات البروتينات اتخاذ "تكوينات" مختلفة، أى اتخاذ الشكل المناسب إلى أقصى درجة للجزئ فى بيئة ما. والسائل المحيط بالبروتينات فى المنظومات الحية يكون دائمًا ماء ذا درجات تركيز ملحى وحامضى متنوعة. وفى مثل هذه البيئة المائية الخارجية تفضل البروتينات ذات السلاسل الجانبية التى "تحب الماء" أن تتجه إلى البيئة الخارجية المائية، أما السلاسل الجانبية التى "ترهب الماء" فإنها تتجنب التماس مع الماء فتطمر نفسها داخل جزىء البروتين. ويمكن للبروتينات أن تتبلور ويمكن فحص هذه البنية المنتظمة بواسطة تقنية يطلق عليها حيود الأشعة السينية. ومن الصعب الحصول على صور أشعة سينية جيدة، وقد يحتاج الأمر مجمل عمر الباحث العلمى لتنمية بللورة جيدة والحصول على نمط أشعة سينية جيد.

ويُعتقد أن بروتينات المنظومات الحية يمكن أن توجد بنفس البنية المنتظمة مثلها مثل البنية التى يمكن إنتاجها بالأشعة السينية للبروتينات المتبلورة، ويكون الانتظام على هيئة لوالب ألفا وصفائح بيتا، وكلاهما فى حالة استقرار ناتج عن روابط الأيدروجين. وقد اكتشفت بنية البروتين بواسطة عالم الكيمياء الطبيعية لينوس باولينج.

ومن بين أشكال البناء المعروفة للبروتينات تكون لوالب ألفا وصفائح بيتا متصلة بسلاسل قصيرة "عشوائية" (شظايا من بوليمر لا يمكن تصنيفها على أنها "منتظمة"). وتؤدى قابلية البروتينات لاتخاذ بنية منتظمة إلى جعلها مختلفة عن البوليمرات عديدة الببتيد الاصطناعية، التى تكون عادة على هيئة عشوائية. وتوجد لوالب ألفا عادة فى اتجاه دوران القلاووظ إلى اليمين. ومن الناحية الهندسية تعتبر البنية اللولبية الطريقة الأكثر اقتصادية فى الطبيعة لتخزين المعلومات فى البوليمرات البيولوجية الخيطية.

تؤدى البروتينات كل أنواع المهام الكيميائية الميكانيكية فى الجسم الحى، فهى التى تساهم فى تجميع وتفكيك الأحماض الأمينية ونقل الطاقة والمواد الكيميائية وتحطيم الجزيئات الكبيرة وتصنيعها من الأجزاء الأساسية الأصغر. وتحدث التفاعلات الكيميائية التى تتضمن بروتينات فى بيئة مائية عند درجة حرارة الجسم الثابتة (٣٧ْ درجة مئوية بالنسبة لجسم الإنسان). ويطلق على البروتينات التى تحفّز

(تسرّع معدل) التفاعلات اسم الإنزيمات، وتعتبر تفاعلات الإنزيم عالية التخصص، أى أنها يمكن أن تحدث فقط فى وجود مجموعة محددة من مواد التفاعل لإنتاج منتج خاص. ويشير الفحص البنيوى للبروتينات الإنزيمية إلى أن هذه الجزيئات لابد من أن يكون لها هندسة معينة (أشكال) تتيح حدوث تفاعلات محددة، مثلها مثل مفتاح وقفل يخص كل منهما الآخر. ويحدد شكل جزىء الإنزيم أىّ من مواد التفاعل (ماء أو أحماض أمينية أو بروتينات أخرى) يمكنها الدخول فى "الموقع الناشط" حيث تُجمَع المكونات (لتكوين رابطة كيميائية) أو حيث تتحلل الجزيئات الكبيرة (لتفكيك رابطة). ويحدد شكل الإنزيم وموقعه "قالب التفاعل" الذى تتصف به الأنشطة البيولوجية الكيميائية.

وتشبه البروتينات عمالاً لهم وظائف محددة فى مصنع الحياة، ألا وهو الخلية، وقد تفعل البروتينات فى الواقع ما هو أكثر من ذلك؛ فالبروتينات فى جهاز المناعة تشبه الجنود الذين يدافعون عن الجسم كله من غزو الجزيئات الأجنبية الضارة. وتلك البروتينات التى تقوم بدور الإنزيمات تعتبر الآلات الميكانيكية التى تجعل الوظائف التى يؤديها العمال أكثر سهولة. وقد تكون هى نفسها مادة البناء فى المصنع (أغشية الخلية التى تتكون بتجمع البروتينات أو اللبيدات أو السلولوز). ويتحدد جزئ البروتين بتتالى الحمض الأمينى الذى يعيّن بنيته الأساسية، ومن المعلومات الموجودة فى هذا التتالى يمكن للشظايا الصغيرة من هذا البروتين أن تكوّن لوالب ألفا أو صفائح بيتا بأطوالها المختلفة، وتعتبر اللوالب والصفائح واللفات العشوائية هى البنية الثانوية. وتحدد الطيات بين الشظايا البنية الثالثة، التى تظهر فى الشكل الكلى للبروتين.

وتتالى الحامض الأمينى فى البروتينات يتحدد بدوره بواسطة الطبقة الأعلى التالية من جزيئات المعلومات، الرنا، كما هو موضح فى آخر خطوة "ترجمة" فى مخطط نقل المعلومات التالى :

الدنا ⟵ الرنا ⟵ البروتين (مخطط ١)

النسخ الترجمة

حيث يشير مسار السهم الدائرى إلى تناسخ الدنا. ولا يصف التناسخ وعملية النسخ والترجمة مسار المعلومات فقط لكنه يصف أيضًا التفاعلات التركيبية الفعلية، وتعتبر كلها قوالب تفاعلات.

وتتحكم الشفرة الوراثية فى خطوة الترجمة، حيث تُترجَم لغة قواعد النيكلوتيد إلى لغة بقايا الأحماض الأمينية. (واتجاه طرحنا للموضوع هنا عكس اتجاه سريان المعلومات لكنه يتطابق مع التعقد المتزايد للجزيئات إضافة إلى اتجاه التطور الجزيئى). ورغم أن أغلب الأحماض الأمينية والبروتينات تُنتَج بشكل طبيعى خلال خطوة الترجمة، فإنها كانت تتكون، فى الفترة ما قبل ظهور الحياة prebiotic ، بالتفاعلات العشوائية بين جزيئات أكثر بساطة. وقد اتضح ذلك بواسطة تجربة ميلر ـ أورى الشهيرة؛ حيث حاكى ميلر وأورى الأحوال الأرضية المبكرة، وحصلوا على أحماض أمينية من "حساء بدائى" يتكون من الماء والميثان وثانى أكسيد الكربون والنشادر. وخلال هذه التجربة تم تعريض مقومات هذا الحساء لشحنة كهربائية، ونتج عن ذلك جزيئات تحتوى على الأحماض الأمينية. وكُررت هذه التجربة فى وقت لاحق باستخدام الحرارة، مع توافر جسيمات الطفل، وتحت تأثير أمواج المحيط. وفى الحالات الثلاث كلها تم رصد وجود الأحماض الأمينية فى نهاية التجربة.

قد يكون إنتاج الأحماض الأمينية عملية شائعة تماما فى عالم ما قبل ظهور الحياة. وإذا وضعنا الشحنة الكهربائية جانبًا، فإن وجود الأمواج وتفاعل الطَفْل كعامل تحفيز وتساعدهما الآلية السطحية (الذرات المعرضة للتفاعلات على السطح تكون نشيطة جدًا) تُعتبر شروطًا يُعرف عنها فعاليتها فى تعزيز التفاعلات الكيميائية. ويعتقد كثير من العلماء أن سطح الطفل يعمل عمل قالب التقنية المنخفضة ويسلك إلى حد ما سلوك الأحماض الأمينية عند تبلمرها إلى ببتيدات ناقصة oligopeptides .

وفى حالة وجود مركبات كبريتية وفسفورية فى الحساء البدائى، قد ينتج عن منتجات التفاعل، خلال استخدام الشحنة الكهربائية أو التنشيط الحرارى مع محفزات الطفل، "نيكلوتيدات" بسيطة أو سلسة رنا قصيرة، وبطريقة ما بدأت تتاليات الرنا هذه فى تشفير تتاليات الأحماض الأمينية. وهذا هو أول عمل للشفرة الوراثية البدائية، وتصبح مشكلة تطور الحياة هى مسألة تطور للشفرة الوراثية.

يعتبر الرنا (الحامض النووى الريبى) عديد نيكلوتيد يحتوى على كثير من وحدات نيكلوتيد. ويتكون النيكلوتيد من قاعدة تحتوى على النتروجين وسكر خماسى الكربون (الرايبوز فى الرنا والرايبوز منزوع الأكسجين deoxyribose فى الدنا) ومجموعة فوسفات، ويعتبر السكر والفوسفات العمود الفقرى لسلاسل الأحماض النووية.

يوجد فى الرنا أربع قواعد مختلفة: الأدنين (أ A) والسيتوزين (س C) واليوراسيل (ى U) والجوانين (ج G) . وأشكال بنية قواعد الدنا والرنا موضحة فى الجدول (٩، ٢). وفى الأحوال البدائية تكون النيكلوتيدات مرتبطة معا لتشكيل نيكلوتيدات ناقصة مع مناطق تشفير بروتين (إكسونات exons) تعترضها مناطق إنعدام التشفير (إنترونات introns) . وقد تُترجَم الإكسونات لتنتج مناطق ببتيد قصيرة. وربما بدافع من الابتكار (لإنتاج سلاسل بروتين أكثر طولا لمزيد من الفائدة) تتخلص سلاسل الرنا الخام هذه أحيانًا من الإنترونات و"تربط" الإكسونات معًا، فتكسب بذلك معلومات لمزيد من التشفير الفعّال لسلاسل البروتين الأكثر طولاً.

لقد وصف جيمس دارنيل ببراعة خواص الرنا فى موضوع عن التقنية البيولوجية فى عدد "الأمريكى العلمى" أكتوبر ١٩٨٥، وتقدم هذه المقالة افتراضًا معقولاً عن تطور الرنا والشفرة الوراثية، ويمكن اختصار المناقشة السابقة كما فى الشكل التالى:

نكليوتيدات ← نكليوتيدات ناقصة (رنا) ———← رنا بسيط

دنا ← رنا بسيط (إكسونات + إنترونات) ← رنا من التربيطات

ترجمة ↓ (رنا بسيط) ← ببتيدات

ترجمة ↓ (رنا من التربيطات) ← بروتين

مخطط ٢

يعتبر الرنا قابلاً للتفاعل أكثر من الدنا، وتظهر هذه الحقيقة فى حلقة سكر الريبوز، التى تحتوى على مجموعة OH (هيدروكسيل) مرتبطة بذرة كربون ٢، مقابل ذرة أيدروجين فى هذا المكان فى حلقة الديوكسى ريبوز فى الدنا. وقد يكافح جزىء الرنا للمحافظة على مكاسبه من المعلومات كما لو كان مقاولاً شحيحًا، وبمساعدة نوع

مبكر من الإنزيمات يعكس سلسلة الرنا، أى ينسخ نفسه على هيئة دنا (مما يعكس اتجاه النسخ فى الشكل ١). ويعتبر الدنا الأكثر استقراراً هو المكان المثالى لتخزين المعلومات. ولاستخدام مثالنا عن المقاول الرأسمالى البارع، يودع جزىء الرنا كل مكاسبه فى البنك (الدنا). ومثله مثل أى رأسمالى ناجح لا يريد الرنا أن يخسر أى بنس ولا حتى "السقط" (إنترونات). لذلك فإنه فى الحساب البنكى الذى يظهر على هيئة تتالى دنا، يكون هناك بعض الاعتمادات تُودَع على أنها أموال كونفدرالية قد تصبح مفيدة من جديد فى يوم ما.

يعتمد سريان المعلومات وإنتاج البوليمرات البيولوجية فى الخلية الحديثة على المخطط ١ الذى سبق تقديمه، والجزء الثانى فى المخطط ٢ ينطبق أيضًا على الخلايا الحديثة، رغم أن دارنيل افترض أنه مسار تطورى. وعلى أية حال فإن هذا المسار استُنتِج بدلالة عملية النسخ العكسى (الرنا إلى الدنا) وتربيط إكسونات الرنا فى الكائنات سوية النوى eukaryotes (خلايا ذات نواة).

ويعتبر الدنا (الحامض النووى الريبى المنزوع الأكسجين) الجزىء الرئيسى للحياة، وبنيته الكيميائية مشابهة لبنية الرنا ما عدا حلقة السكر والقواعد، كما وضحنا سابقًا. وهناك ثلاثة أنواع من قواعد الدنا تتطابق مع قواعد الرنا، وهى أ، س، وج، لكن اليوارسيل ى فى الرنا يُستبدَل بالثايمين ث فى الدنا. ويوجد جزىء الدنا عادة على هيئة لولب مزدوج الجديلة، وهى البنية المشهورة التى اكتشفها واطسون وكريك، حيث يتّبع الازدواج المتتام بين ضفيرتى الدنا (اللتين تمتدان فى اتجاهين متضادين)، قاعدتى: ارتباط أ مع ث، وس مع ج. وبسبب انتظام هذا الازدواج الذى اكتشفه واطسون وكريك (وأطلقا عليه منذ البداية قاعدة شارجاف، تبعًا للباحث الذى أوضح أن عدد وحدات القاعدة أ مساو لعدد وحدات القاعدة ث، و س مساو ل ج) وأيضًا بسبب بنية اللولب المزدوج، تم حل لغز بنية الدنا قبل الرنا. وهما أيضًا وراء التخزين الآمن للمعلومات الوراثية فى الدنا "بنك المعلومات" التى تتيح بمجرد تنشيطها نسخًا مطابقة تمامًا من البيانات ليُعاد إنتاجها (التناسخ الذاتى) وتتيح نسخة من الرنا تتضمن معلومات تشفير البروتين. ولذلك فإن هذا الازدواج يعتبر أهم قاعدة فى تفاعلات القالب وسريان المعلومات فى خطوتى التناسخ وإنتاج النسخة الجديدة (المخطط ١).

تحتوى الخلية الحية عادة على البوليمرات البيولوجية الثلاثة الرئيسية: الدنا والرنا والبروتين. وتعتبر الفيروسات استثناء، ويمكن عدم إطلاق اسم خلايا عليها؛ فالفيروسات إما أن تحتوى على دنا وإما رنا، ولا تحتوى عليهما معا، ولهذا السبب تُصنَّف إما فيروسات دنا وإما فيروسات رنا. ويمكن إجراء مزيد من التصنيف لهما على أساس ما إذا كانت فيروسات دنا وحيد الضفيرة أو دنا مزدوج الضفيرة أو رنا وحيد الضفيرة أو رنا مزدوج الضفيرة. ولا يمكن للفيروسات أن تنتج طاقة أو تصنع بروتينات، والمركب البروتينى فى الفيروس هو غطائه البروتينى، الذى يحميه من الهجمات الإنزيمية وينقله إلى الخلايا المضيفة القابلة له. وتُستنسخ الفيروسات داخل الخلايا المضيفة التى تغزوها الفيروسات.

وبشكل عام يكون للخلية غشاء أو غطاء (يكون مصنوعًا من البروتينات أو اللبيدات[٢١] أو السلولوز، لكننا لن نعرضها هنا). وقد يكون للخلايا داخل الغشاء "مراكز قيادة" (نوية) كما هو الحال فى الكائنات سوية النوى eukaryotes ، أو بدون نوية كما هو حال الخلايا بدائية النواة prokaryote . وبدائيات النواة كائنات حية ذات خلية واحدة، وأشهر أنواعها البكتيريا. وسويات النوى موجودة فى الحيوانات والنباتات متعددة الخلايا. ويحتاج نوعا الخلايا ثلاثة أنواع من الرنا للقيام بوظيفتى النسخ والترجمة، وهى الرنا الناقل، والرنا المرسال، والرنا الريبوسى (يوجد الرنا الناقل فى الجسيمات الريبوسية[٢٢]). وتنتج الأنواع الثلاثة من الرنا بواسطة نسخ لولب دنا مزدوج واحد، وكل هذه الأنواع الثلاثة مطلوبة لتركيب البروتينات فى الأنواع الثلاثة من الخلايا.

وفى أغلب كتب البيولوجيا أو الكيمياء الحيوية المدعمة بالرسوم التوضيحية تُرسَم جزيئات الرنا المرسال ببساطة على هيئة سلسلة خطية، والرنا الناقل على شكل تقاطع خطوط على مستويات مختلفة، ويمكن تشبيه السمة البنيوية للجسيم الريبوسومى على هيئة جمجمة بحيث يمثل الجزء الأصغر منها الفك. وفى حالة الترجمة أو تركيب البروتين ، يدخل جزيئان من الرنا الناقل إلى الجمجمة من عينيها، بينما يقضم الفم خيطًا طويلاً من الرنا المرسال. هناك ستة أزواج من "الأسنان"، ست أسنان سفلية تمثل

(٢١) اللبيدات مركبات عضوية تشمل ضروبا من الدهن والشمع – المترجم .

(٢٢) الجسيم الريبوسى : جسيم دائرى صغير مكون من الحمض النووى الريبى وبروتين، وهو موجود فى السيتوبلازم فى الخلايا الحية، وهو نشط فى تركيب البروتينات – المترجم .

قواعد التشفير الست فى الرنا المرسال. وحيث إن ثلاثية التشفير للقواعد (الكودون) تشفر لأحد بقايا الحمض الأمينى فى الشفـرة الوراثيـة (انظر الفصل التالى)، فإن الأسنان الست السفلية هى: كودونان فى الرنا المرسال. ويعاون الأسنان الست العلوية ست قواعد متممة فى بنيتى الرنا الناقل. وفى عملية الترجمة بين الرنا المرسال والرنا الناقل، تكون قواعد تزاوج واطسون كريك هى أ مع ى وس مع ج. والقواعد الثلاثية فى جزىء رنا ناقل واحد تكون متممة للكودون فى الرنا المرسال وتمثل "كودون نقيض".

وفى الطرف الآخر للكودون النقيض فى الرنا الناقل توجد "شعرة" تبرز من تقاطع (ما يشبه ورقة البرسيم). وعلى طرف هذه الشعرة يلتصق حامض أمينى حسب مواصفات الكودون (أو نقيض الكودون). وعند النهاية الثانية من الرنا الناقل (على شكل ورقة البرسيم) تكون هناك سلسلة ببتيد فى طريقها للنمو. وتنقل سلسلة الببتيد كاملة نفسها عندئذٍ إلى الحامض الأمينى عند الرنا الناقل الأول، وتجعله جزءًا من الببتيد النامى. عندئذ يغادر الرنا الناقل الثانى جسيم الرنا المرسال (الجمجمة) ليمسك بحامض أمينى حر آخر. ويحل الرنا الناقل الأول محل الثانى، تاركًا مكانه لكى يستقر فيه قادم جديد. تتكرر هذه العملية بمعدل على درجة من السرعة كافية للقيام بعملية الأيض[٢٣] فى الوقت الذى يتحرك خلاله الرنا الريبوسى، و"يقرأ" سلسلة الرنا المرسال.

وتتماثل وظائف الأنواع الثلاثة من الرنا فى كلا نوعى الخلايا (سوية النواة وبدائية النواة) التى يكون لها نفس الشفرة الوراثية. ومع ذلك هناك أيضًا اختلافات بين نوعى الخلايا، فإضافة إلى أن إحداهما يكون فيها نواة والأخرى بدون نواة، فإن السمة الرئيسية فى بدائية النوى أن الرنا المرسال فيها لا يحتوى على إنترونات. وفى نوى الخلايا سوية النوى، يحتوى النسخ الأولى للرنا المرسال على الإكسونات والإنترونات كليهما. وفى داخل النوى تكون مدخلات الإنترون متوقفة عن العمل، وتكون الإكسونات مترابطة لتعطى رنا مرسال ذى طول كافٍ لتشفير بروتين ضخم. وعندئذٍ فقط، بعد التخلص من الإنترونات وتكوين رنا مرسال متصل، تهاجر الأنواع الثلاثة من الرنا خارج النواة إلى السيتوبلازم (وهو قسم الخلية الموجود خارج النواة).

(٢٣) الأيض metabolism : مجموعة العمليات المتصلة ببناء البروتوبلازما، خاصة التغيرات الكيميائية فى الخلايا الحية لتأمين الطاقة اللازمة للنشاطات الحيوية - المترجم .

وفى سيتوبلازم الخلية سوية النواة هناك جسيمات أخرى ضمن الخلية، أهمها الحبيبات الخيطية (ميتوكوندريا)، المسئولة عن توليد الطاقة، ويتم تمثيلها فى أغلب الرسومات التوضيحية بأشكال تشبه حبات الفول. إنها "محطات توليد الطاقة" بالنسبة للخلية وتستطيع تركيب البروتينات. وفى حالة تركيب الميتوكوندريا للبروتين فإنها تستخدم شفرة وراثية تختلف بعض الشئ عن الشفرة "النووية". (والأخيرة يطلق عليها أيضا الشفرة الوراثية "العامة"؛ لأنه يمكن استخدامها فى بدائية النوى التى لا يوجد فيها نوى)، وسوف نعرض كلا الشفرتين بتفاصيل أكثر فى الفصل التالى. ولكن من حيث طبيعتها، تعتبر شفرة الميتوكوندريا أكثر تناظراً مقارنة بالشفرة العامة بالنسبة لرسائل تشفير الأحماض الأمينية. وحيث أن الميتوكوندريا تُورَّث من الأم فقط، وحيث إن تتالى الدنا فيها يعتبر أقصر نسبياً ويمكن تعيينه بسهولة، فإن لتنوع تتالى الدنا فى الميتوكوندريا تطبيقات واسعة فى التطور وفى الأنثروبولوجيا.

وتقدم المقالات العلمية الحديثة معلومات تفصيلية عادة عن الدنا وتتالى البروتينات. مثال لذلك فإنه فى الميتوكوندريا لدى البشر، يكون لقطعة الدنا التى تشفر لبروتين يطلق عليه " الإنزيم المساعد ١" التتالى التالى:

أ ث ج	ث ث س	ج ج س	ج أ س	س ج ث	ث ج أ	....
ميثايونين	فينايل ألانين	الانين	أسباراتيك	أرجينين	تريبتوفين	....

حيث تترجم الشفرة الوراثية الخط العلوى (الدنا) إلى الخط السفلى (البروتين)[٢٤]. ويمكن تمثيل لغة الدنا أيضاً بلغة الرنا بطريقة بسيطة باستبدال كل ثايمين ث فى التتالى العلوى بيوراسيل ى. وسوف نقدم بنية الشفرة الوراثية فى الفصول التالية.

(٢٤) كل ثلاثة أحرف فى الصف العلوى "كودون" تشفر لحامض أمينى فى الصف السفلى – المترجم .

الفصل العاشر

الشفرة الوراثية

حُلَّت رموز الشفرة الوراثية التى تتحكم فى ترجمة نسخة الرنا المرسال إلى بروتينات فى عام ١٩٦٦، بعد ١٣ سنة من اكتشاف نموذج اللولب المزدوج للدنا والنشر عن هذا الاكتشاف. وكان العلماء قد توصلوا قبل ذلك إلى ضرورة أن يكون هناك ثلاث قواعد دنا (أو رنا) متجاورة للتشفير للحامض الأمينى. السبب أن هناك ٢٠ حامضًا أمينيًا موجود بشكل طبيعى، لكن عدد القواعد أربع فقط فى الدنا أو الرنا، وبتجميع القواعد اثنتين اثنتين نحصل على ١٦ "كودونا" محتملاً فقط، وهو عدد غير كافٍ لتشفير ٢٠ حامضًا أمينيًا. وتعطى القواعد الأربع ٤ × ٤ × ٤ = ٦٤ مجموعة توافقيةً، وهو عدد أكبر من عدد ٢٠ حامضًا أمينيًا الذى نحتاجه. ونحن نعلم الآن بوجود كثير من الحشو أو التشفير المشترك فى الكودونات الثلاثية، وأنه يجب التشفير للحامض الأمينى بأكثر من كودون واحد.

ويرد فى الفصل ١٢ الشفرة الوراثية كاملة فى جدول مع الأشكال السداسية للآى تشنج، والأرقام الثنائية،... إلخ، كما يرد التمثيل ثلاثى الأبعاد فى "مكعب آى جين"، لكننا لن نناقش التحول المتبادل بين الشفرة الوراثية وشفرة الآى تشنج فى هذه المرحلة.

والشفرة الوراثية "العامة"، التى يمكن استخدامها فى ترجمة النسخ الناتجة عن الدنا النووى أو الدنا بدائى النواة، لها كودون استهلال واحد وثلاثة كودونات لإنهاء العمل لبدء تركيب البروتونات والانتهاء منه. وبمصطلحات قواعد الرنا، يكون كودون الاستهلال أ ى ج (الذى يشفر للميثيونين[٢٥] Met ، و "التوقف" بكودونات ى ج أ، ى أ أ، وى أ ج).

(٢٥) الميثيونين : حامض أمينى يوجد فى بعض البروتينات كزلال البيض والخميرة – المترجم .

وفى عام ١٩٨١ اكتشف "قاموس" تشفير آخر يخص الميتوكوندريا ، وأن لهذه الشفرة الوراثية ثلاثة كودونات للاستهلال هى أ ى ج، أ ى أ، أ ى ى، وإشارات التوقف الأربع فى هذه الشفرة هى أ ج أ، أ ج ج، ى أ أ، و ى أ ج؛ لذلك ليس هناك سوى ٦١ كودون "ذو معنى" فى الشفرة العامة و ٦٠ كودون "ذو معنى" فى شفرة الميتوكوندريا. وفى هذه الحالة فإن الكودون ى ج أ يشفر للتربتوفان Trp بدلاً من إشارة "توقف". ومن الواضح أن شفرة الميتوكوندريا متماثلة بالنسبة لتشفير الأحماض الأمينية.

وحيث إن شفرة الميتوكوندريا أكثر تماثلاً من الشفرة العامة، فإن ذلك دليل قوى على أنها أكثر قدماً. لقد تطورت الشفرة العامة وتنوعت ، بينما ظلت الشفرة الأقدم بدون تغير منذ ظهور الكائنات حقيقية النوى، وقبل اكتشاف وجود شفرة ميتوكوندريا مستقلة عن الشفرة العامة، كان العلماء قد بدأوا المهمة المرهقة لرصد تتالى الجينات والبروتينات. ولقد جعلتهم التجربة يدركون بسرعة أن بعض تتاليات الجينات أو البروتينات لم تشهد سوى تغير طفيف، عبر مختلف الأنواع وحتى عبر مراحل التطور المختلفة. وقد توصل الباحثون من خلال الاستقراء التقديرى الذى يعود إلى المراحل المبكرة جداً، إلى أن هذه الجينات أو البروتينات "المحافظة" جداً كانت موجودة خلال نفس الزمن الذى ظهرت فيه أول خلايا على الأرض.

لذلك فإن تطور الشفرة الوراثية يرتبط ارتباطاً وثيقاً بتطور الخلايا. ويرى عالم الوراثة الجزيئية كارل ووس وزملاؤه أن النواة والميتوكوندريا أصبحت "خلايا" منفصلة للمرة الأولى بدون نوى (وهى أسلاف البكتيريا البدائية، والبكتيريا الحقيقية وحقيقيات النواة، كما يسميها هؤلاء العلماء). وقد اندمجت أسلاف البكتيريا الحقيقية وحقيقيات النواة ببطء فى بعضها البعض لتكوين حقيقيات النواة الحديثة ذات النوى، والميتوكوندريا وحبيبة اليخضور[٢٦] Chloroplasts .

ويعتبر الريبوسوم هو العنصر المشترك الموجود فى كل أنواع الخلايا الثلاثة، واستُنتج هذا الشكل للتطور من فحص تتالى الرنا الريبوسومى لدى كثير من الكائنات الحية. من هنا فإن حقيقة أن دنا الميتوكوندريا والبروتين أجزاء من جين قديم، وأن وظائفهما هى أبسط وظيفة للإمداد بالطاقة، توضح سبب كونهما محافظين بدرجة عالية.

(٢٦) حبيبة اليخضور: جزء من خلية النبات محتو على اليخضور أو الكلوروفيل – المترجم .

ولهذه النظرية (أو الاستنتاج) تضمينات هائلة بالنسبة لتطور الجينات والشفرات، فالجينات النووية محافظة ومبدعة معًا: محافظة لأنها تدخر كل مبلغ مهما صغر فى بنك المعلومات، حتى الأموال المزيفة، ومبدعة لأنها قد تجد ذات يوم فائدة لهذه الأموال ـ الإنترونات التى قد تقوم بدور مفاتيح التشغيل لتنشيط الجينات الخامدة، أو تقوم بدور الجينات الخامدة نفسها. واستطاعت الجينات النووية أيضًا تكييف نوع جديد من قاموس التشفير. وفى نفس الوقت تعتبر بدائيات النواة على درجة عالية من القدرة على الإبداع؛ حيث إنها لم تكتفِ بتنقيح الشفرة القديمة ، لكنها تقوم أيضًا بإصلاح الإنترونات التى تبدو عديمة الفائدة. وعلى مقياس ارتفاع درجة الإبداع أو انخفاض درجة المحافظة، يمكن ترتيب أنواع الجينات الثلاثة كما يلى :

محافظة جدًا ... مبدعة جدًا

شفرة ميتاكوندريا ← نووية ← شفرة بدائيات النواة

والإبداع هنا لا يعنى الخلق من لا شىء؛ لأن الجينات المبدعة تظل معتمدة على البيانات المودعة فى بنك البيانات. وتختزن الجينات النووية المعلومات من كل الموارد: النسخ العكسى من الرنا أو حتى الجينات التى "تنتقل كيفما اتفق" من الأجناس الأخرى. ويُختبر الاستعمال الجديد للجين المختزن، فإذا كان الاختبار ناجحًا، فإنه يقطع التطور خطوة إلى الأمام، وإذا فشل فقد يكون مهلكًا للكائن الجارى اختباره. ومن ناحية أخرى، فإن جينات بدائيات النواة تكون على درجة عالية من النشاط والعجرفة حتى إنها لا تحتاج إلى أى إنترون. وبما أن هذه الجينات تظل معتمدة على البيانات الموجودة فعلاً فى المخزن، تؤدى إبداعاتها إلى إنفاق مال بدون فائدة أو الاستغناء عن عمال تحكم عليهم بأنه لا فائدة منهم. وتشبه هذه المواقف ما يحدث فى الشركات الحديثة عند تسريح العمال والتوقف عن الأبحاث والتطوير كوسيلة للإبقاء على الشركة. ومن الواضح أن هذه الممارسة قصيرة المدى، لكن النتيجة تكون على العكس تمامًا – حتى إنه يمكن اعتبارها طريقة محافظة تمامًا بالنسبة لاستخدام ما هو جديد. وعلى نحو مماثل يُشرَح هذا الموقف أيضًا فى أول شكلين سداسيين من الآى تشنج،

تشـين وكـون؛ حـيث كل خطوط اليـانج القـوية تؤدى إلى خطوط ين وكل خطوط الين المتحركة تؤدى إلى خطوط يانج.

والنتيجة المهمة للسلوك قصير المدى لجينات بدائيات النواة هى تطورها بخطى سريعة، مما يعنى أن البكتيريا ليست أقدم حياة على الأرض، ويعنى ذلك أيضًا أنه يجب التخلى عن النظريات أو الافتراضات حول البكتيريا القادمة من الفضاء، سيان كانت محمولة على مركبات فضائية أو سقطت تلقائيًا من نيازك لتقطن الأرض.

كانت هذه الافتراضات حول أصل للحياة من خارج الأرض قد نجمت هى نفسها عن اعتبار أن فرصة التوصل إلى تتالٍ صحيح لأى بروتين من البروتينات الطبيعية أمر غير محتمل أو مستحيل تقريبا؛ حيث لا يمكن أن تتحقق هذه الفرصة خلال العمر الزمنى للأرض إذا تم تركيب هذا النوع من البروتينات من تشكيلة عشوائية من ٢٠ حامض أمينى المتوفرة فى الطبيعة، حتى لو أنه تم تركيب هذه الأحماض الأمينية بسهولة من خلال شروط مماثلة لتجربة ميللر _ أورى أو من خلال شروط بسيطة مثل تلك التى كانت موجودة قبل ظهور الحياة. ومن ناحية أخرى، فإنه للحصول على بروتين فعّال، قد لا يكون تتالى الأحماض فى البنية الأولية هو العامل الحاسم، فجزىء الإنزيم، مثلاً، هو بروتين ذو شكل خاص وموقع نشيط يتحدد تبعًا لبنيته الثلاثية، وهى بنية يمكن التوصل إليها بشكل أكثر سهولة مقارنة بالتتالى الصحيح للحامض الأمينى. وبالنسبة لقالب التفاعل ذى التقنية المنخفضة، يمكن أن تقوم بنفس هذه المهمة تمامًا آليات التفاعل السطحى مثل تلك التى تحفزها جزيئات الطَفْل أو ضربات الأمواج على سواحل البحار. ويضاف إلى ذلك، أن نوع تفاعلات ميللر - أورى تُنتج أيضًا نكليوتيدات، إذا توافرت العناصر المناسبة. وتتبلمر النكليوتيدات إلى رنا أولى، والذى يبدأ فى تشفير البروتينات (الترجمة) وإلى تخزين بيانات للدنا (النسخ العكسى).

ومن باب الاستغراق فى التخصص، يعتبر تناسخ الدنا تقنية أعلى بكثير. ويتضمن الازدواج وتكوين اللولب المزدوج، لدى واطسون وكريك، تقييدات قالب نمطى شديدة من أجل إنتاج نسخة مطابقة تمامًا. ويظل نسخ الدنا إلى الرنا المرسال تقنية عالية فى بدائيات النواة، لكن بالنسبة لحقيقيات النواة فإن الإنزيمات "العنيدة" تفصل

الإنترونات وتشطر الإكسونات فى نسخة الرنا المرسال الأولية. وتضيف غطاء إلى رءوسها أيضًا (النهاية 5) وذيلاً من أ المتعدد. وتكون النتيجة نسخة رنا مرسال عالية التنقيح تُرسَل إلى السيتوبلازم للترجمة، وتكون نسخة الرنا المرسال (أو عملية النسخ الثانية) خطوة قالب نمطى بسيطة تتضمن نعم ولا: نعم للإكسونات، ولا للإنترونات.

ونحو مزيد من تتبع عملية تركيب البروتين هناك خطوة الترجمة التى تحددها الشفرة الوراثية. وتكون سمة قالب التفاعل فى هذه الخطوة أقل تخصصا أو أقل من ناحية ارتفاع التقنية. والشفرة الوراثية هى وصف لمدى تخصص الكودونات. ففى الشفرة العامة، مثلاً، يكون كودون البداية أ ى ج غير قابل للتشفير المشترك ويشفر للحامض الأمينى الميثايونين Met .

ومن ناحية أخرى، تشفر كودونات ج ج أ، ج ج س، ج ج ى، و ج ج ج كلها للجلايسين Gly . وتتضمن قوالب التفاعلات عادة عاملاً كيميائيًا (رابطة الأيدروجين فى تزاوج واطسون كريك) أو "فجوة" هندسية (فى الموقع الفعال للبروتينات). وتحتاج ترجمة الرنا المرسال أو تركيب البروتينات إلى هذه الآلية كلما تعلق الأمر بالأحماض الأمينية أو سلاسل البروتين، ولا تتضمن قاعدة عمل قالب التفاعل الذى تحدده الشفرة الوراثية أحماضا أمينية أو ببتيدات بشكل مباشر. والتخصص هو تجميع ازدواج واطسون وكريك للكودونات ومضادات الكودونات، وجزيئات رنا ناقل محدد له قواعد نقيضات كودون خاصة عند نهاية أحد الأطراف والأحماض الأمينية متصلة بالنهاية الأخرى. وبهذه الطريقة، يتوسع أسلوب عمل قالب التفاعل فى خطوة الترجمة، فهو دمج بين التخصص الهندسى والتخصص الجزيئى.

ويعتبر تصنيف التخصصين الهندسى والجزيئى مسألة درجة؛ حيث إنه فى التخصص الهندسى تكون عوامل البنية الجزيئية موجودة. وتتحقق الهندسة الجزيئية عندما تكون الجزيئات (أو المجموعات أو القواعد أو المواقع... إلخ) الموجودة صغيرة إلى درجة يمكن تعريفها بالهندسة الإقليدية فى الأبعاد الثلاثة، وتتطلب قاعدة السبب والمسبب "الحتمية" أيضًا أن يكون التجميع الجزيئى الناتج قابل بنفس الطريقة لتعريفه بنفس الهندسة. لكن بمجرد وصول الحجم الجزيئى لحجم البوليمر أو البروتين، لا يمكن للحتمية أن تظل سارية بعد ذلك، وتصبح مشكلة الشكل الجزيئى والبنية والهندسة

ثلاثية الأبعاد مسألة احتمالية ذات احتمالات غير متساوية، وتظهر هذه المشكلة عند اكتمال الترجمة إلى البروتين. وهنا تكون البنية الأولية (تتالى الحامض الأمينى) للبروتين قد اكتملت، لكن هناك أيضًا البنيتين الثانية والثالثة. فجأة يتوقف تدفق المعلومات ويتطلب استكمال تكوين البروتينات سمات بنية اللولب وبنية الانثناء لإنتاج التقاف فى بيئة مائية... إلخ، ولا تتضمن هذه العملية بعد ذلك تعليمات أولية من الدنا أو الرنا - على الأقل تبعا لمستوى معرفتنا الحالية.

وبمجرد تركيب البروتينات، تكون مهامها قد تحددت بواسطة الدنا والرنا (مع بنية أولية)، لكن عملها الفعلى (البنية الثانية والثالثة) تحددان بواسطة بيئتها المائية. وفى الحساء البدئى أو الخلية، قد يعمل جزىء البروتين تبعا للقاعدة البسيطة لرهاب الماء: وقد تعتبر بقايا الحامض الأمينى المصابة برهاب الماء بعضها ببعض من نفس النوع أو أن لها نفس "الذات"، وتعتبر البيئة "ليست ضمن هذه الذات". وما أسرع ما تتحقق خلية الحساء البدائى من ضرورة الوصول إلى توازن مناسب بين رهاب الماء hydrophobic والألفة مع الماء hydrophilic فى بيئتها، التى قد تكون معادية أحيانًا. وفى الخلايا الحديثة تنعكس علاقة الذاتى وغير الذاتى فى وظيفة جهاز المناعة - فيجب تدمير الغزاة غير الذاتيين (الفيروسات أو الخلايا الأجنبية) أو إبطال مفعولها بجنود البروتين. ويتحدد التفاعل بين بيئة البروتين وبيئة الخلية بواسطة "قاعدة التآلف" هذه، أكثر من تحددها بواسطة الشفرة المتخصصة فى ذلك.

وعلى التسلسل الهرمى للمعلومات، توجد الشفرة الوراثية حيث تنتهى الحتمية وتظهر السمة الاحتمالية.

الفصل الحادى عشر

رياضيات الشفرة الوراثية

حيث إن علماء الطبيعة هم الأكثر اهتمامًا ب "الكم" بين جميع العلماء، ظلت الخلية الحية زمنًا طويلاً تثير اهتمامهم على مستوى أبعادها الذرية أو الجزيئية. وفى هذا السياق تأتى محاضرات عالم الفيزياء النمساوى إروين شرودنجر فى الأربعينيات حول "ما الحياة؟" ونشره لأفكاره فى كتاب. ولقد قرأ كثير من رواد علماء البيولوجيا الجزيئية هذا الكتاب الصغير وأدهشهم نقص المعلومات حول الكائنات الدية على المستوى الجزيئى. من ناحية أخرى، كان معظم علماء البيولوجيا التقليديين مهتمين ب "الكيف" بطبيعتهم، وكانوا يعملون ويفكرون فى بيئة "عضوية"، والتى مازالت تعتبر بيئة ذات مقاييس دقيقة بالنسبة للشخص العادى، لكنها ذات مقاييس يمكن رؤيتها بالعين المجردة بالنسبة لعلماء الفيزياء. ويعتبر المدخل الكيفى مدخلاً علميًا، ولا يمكن القول بأن المدخل الكمى أهم من المدخل الكيفى. وبالعكس، تُوضَع النتائج فى العلم على شكل كيفى فى أغلب الأحيان: نعم أو لا، موجود أو غير موجود، موجب أو سالب، يانج أو ين،... إلخ، وبسبب طبيعته المتميزة، يعتبر المدخل الكيفى فى بعض الأحيان أكثر إيجابية من المدخل الكمى.

وتُطبَّق المداخل الكمية والكيفية على مستويات متنوعة من توصيف علم ما وتطويره ويكملان بعضهما بعضًا. مثال لذلك، فى الخمسينيات استُخدم المدخل الكمى والمدخل الكيفى معًا فى علم البيولوجيا للتوصل إلى البيولوجيا الجزيئية. وهناك أيضًا جوانب كيفية فى علم الفيزياء، بينما أصبحت البيولوجيا الجزيئية الآن مبنية على أصول رياضية راسخة، قائمة فى الأساس على نظرية المعلومات ونظرية الاحتمالات. وتعتبر "الجزيئات الذكية" مثل الأحماض النووية والبروتينات جزيئات حاملة للمعلومات فى المقام الأول. وفى هذا الفصل نبدأ باستكشاف الرياضيات المتضمنة فى الشفرة

الوراثية لدى الجزيئات الحاملة للمعلومات ـ ولنبدأ بأكثرها ذكاء وهو الدنا ـ ولدى تلك الجزيئات "المخططات التفصيلية" أو الخطط الإجمالية الجاهزة المطلوبة لأداء أنشطتها البيولوجية. هناك أربع قواعد نكليوتيدية فى الدنا والرنا، و٢٠ من بقايا الأحماض الأمينية الطبيعية فى البروتينات. ومحتوى المعلومات، تبعًا لعالم البيولوجيا الجزيئية الروسى فولكنشتاين، فى قواعد الدنا الأربع هو لوغاريتم[٢٧] ٤، وبالنسبة للبروتينات هو لوغاريتم ٢٠ . وحيث يُعبَّر عن المعلومات بمصطلحات "البتات"، فإن اللوغاريتم يقوم على قاعدة ٢، كما يلى:

معلومات البروتينات = لوغاريتم (٢٠) = ٤,٣٢

معلومات الدنا = لوغاريتم (٤) = ٢

من هنا فإن الأمر يحتاج إلى ٤,٣٢ /٢ = ٢,١٦ قاعدة نكليوتيدية للتشفير لبقايا حامض أمينى. وحيث إن هذا العدد يجب أن يكون عددًا صحيحًا، يتطلب الأمر ثلاث قواعد لتكوين "كودون" – وهو كلمة تشفير تتكون من ثلاثة أحرف.

والوحدة الأساسية للمعلومات هى، بالطبع، "بت" وتتضمن زوجًا ثنائيًا، يُمثَّل بالصفر ٠ (الذى يناظر الين فى الحساب الثنائى فى الآى تشينج) والواحد ١ (الذى يناظر اليانج). وعلى كل حال فإن "الرسالة" التى تُنقَل بالبتات تكون بالغة الطول من خلال تنوعاتها المحدودة؛ لذلك فالأحرف الأساسية تم تمديدها فى الطبيعة إلى أربعة، تتيح تنوعًا أوسع، لكنها تظل مرتبطة جدًا بالبتات الأساسية. ووضع هذه "الازدواجية المضاعفة" فى الاعتبار يؤدى نفس الغرض الموجود فى البنى الثنائية فى الآى تشنج. ويمكننا أيضًا ملاحظة ظهور هذه التصنيفات الأربعة الأساسية فى الفيزياء؛ حيث هناك أربعة أنواع من التفاعلات (التفاعل الكهرومغناطيسى، والتفاعل الضعيف، والتفاعل القوى والجاذبية) وهى تتضمن كل القوى فى الطبيعة.

وبالمناسبة، فإن محاولة التوصل إلى نظرية توحيد كبرى لهذه القوى الأربع (التى كرس لها أينشتين آخر سنوات عمره) هى بالضبط عكس تتالى كونفشيوس (التاى شى يُوجد قطبان، والقطبان يوجِدان أربعة أشكال ثنائية). ويحاول الموحدون العظام التوصل إلى "تاى شى" من القوى الأربع.

(٢٧) اللوغارتم : أس عدد أساسى إذا رُفع حصل الرقم المطلوب، والعدد الأساسى عادة هو الرقم ١٠، فلو رفعنا ١٠ إلى القوة الثالثة مثلا نتج الرقم ١٠٠٠ (أى $١٠^{٣}$ = ١٠٠٠)، فالرقم ثلاثة هو لوغارتم ١٠٠٠ – المترجم .

والعـدد الكلى للكلمـات المتكونة من ثلاثة أحـرف، والتى يمكن تكوينهـا بواسطة القواعد النكليوتيدية الأربع هو ٤ مرفـوعـة إلى القوة الثـالثة أو ٤ × ٤ × ٤ = ٦٤، ولكن لمـاذا يُشفَّر ل ٢٠ حامضًا أمينيًا فقط؟

ويمكن تكوين التتـالى ١، ٢، ٣، ٤، ....، ٦٣، ٦٤ باختـيـار رقم البداية (١) ورقم النهاية (٦٤). وبإضافة واحد كل مرة ينتج هذا التتالى. لكن يمكن أيضًا تكوين المتتالية الحاملة للمعلومات بإيجاد الأرقام "الأولية" الضرورية ـ تلك الأرقام التى لا تقبل القسمة إلا على نفسها وعلى واحد ١ . وبين الطرفين ١ و ٦٤، هناك ١٨ من هذه الأرقام الأولية. وهى معروضة كما يلى إضافة إلى الطرفين :

١ ٢ ٣ ٥ ٧ ١١ ١٣ ١٧ ١٩ ٢٣ ٢٩ ٣١ ٣٧

(١) (١) (٢) (٢) (٤) (٢) (٤) (٢) (٤) (٦) (٢) (٦)

٣٧ ٤١ ٤٣ ٤٧ ٥٣ ٥٩ ٦١ ٦٤

(٤) (٢) (٤) (٦) (٦) (٢) (٣)

والأرقام بين الأقواس هى الفرق بين الرقمين المتجاورين، وتلك الفروق هى التى تبدى تشابهًا مع "عمليات التشفير المشـترك"[٢٨] (أو أعـداد ترادفـات الـكـودونات) فى الشـفـرة الوراثيـة. وفرق واحـد له القـيـمة ٣، يناظر الكودونات الثلاثة التى تشفّر للأيزوليوسين ILe فى الشـفـرة الوراثية النووية (العامـة). وهناك فرقان لـهما القيمة ١، يناظران الكودونين أ ى ج (ميثايونين Met) و ى ج ج (تريبتوفين Trp). وخمسة فروق لها القيمة ٤، ينـاظرها الكـودونات (الرباعيـات المترادفة) ج ج ص (جلايسين Gly)، ج ى ص (فـالين Val)، ج س ص (ألانين Ala)، س س ص (برولين Pro)، أ س ص (ثريونين Thr)، حيث ص = أ، س، ى، أو ج. من جـهة أخرى، يبدو أن الفروق الأربعة بالقيمة ٦ تغالى فى التـأكيد على "السداسيات" الثلاثة المترادفة (كودونات الأحماض الأمينية ليوسين، سيرين، وأرجينين) فى الشفرة الوراثية. وهناك أيضًا سبعة فروق لها القيمة ٢ وهى لا تتفق مع الأزواج التسعة فى الشفرة الوراثية.

(٢٨) تشفير مشترك degeneracy : مشفر بنفس الأحماض الأمينية الموجودة فى رامزة أخرى "الوحدة الأساسية للرمز الوراثى وتتألف من ثلاثة نيوكليوتيدات تؤلف الشفرة الوراثية التى تحدد إدخال الحامض الأمينى فى موقع محدد من سلسلة عديد الببتيد خلال عملية تصنيع البروتين" – المترجم .

تتضمن التناقضات الأخرى غياب الفرق الذى يحمل القيمة ٣ ، والذى يناظر كودونات "توقف" (أو إذا كان الفرق الوحيد ٣ الموجود فى هذه المتتالية يخص كودونات "توقف"، فلن تكون هناك قيمة فرق للحامض الأمينى أيزوليوسين)، ومجموع كل الفروق هو ٦٣ (مقارنة ب ٦٤ فى الشفرة الوراثية)، وهناك ٢٠ "إشارة" بطريقة الفروق بين الأرقام الأولية، لكن يوجد فعلاً فى الشفرة الوراثية ٢١ إشارة (٢٠ حامض أمينى + "توقف"). والمقارنة موضحة فى الجدول ١١,١ فيما يلى.

يعتبر هذا النموذج للأرقام الأولية مثير للاهتمام، لكنه بعيد عن الوضوح التام. قد يكون عدد الأحماض الأمينية التى تُشفَّر غير مهم؛ حيث إن كودون واحد قد يشفر لحامضين أمينين مختلفين فى النواة والميتوكوندريا. ولأن الشفرة الوراثية للميتوكوندريا تعتبر أكثر بساطة وتماثلاً، فإنها مازالت تشفر ل ٢١ إشارة (٢٠ حامضًا أمينيًا + توقف). وفى عام ١٩٦٦ اقترح توماس هـ. جوكيس "شفرة ذات طراز بدئى" أكثر بساطة مما سبق، تتضمن ١٦ إشارة فقط تنتج عن مواقع أول كودونين. فهل يمكن التأكد من صحة هذه الشفرة المبسطة بواسطة الكيمياء الحيوية؟ هذا سؤال مهم، لكن فكرة ال ١٦ إشارة الناتجة تعتبر جذابة من الناحية الرياضية.

وحيث إن ١٦ هى القوة الرابعة ل ٢، من محتوى المعلومات السابق شرحه، قد تحتاج إل ١٦ إشارة إلى قاعدتين متجاوتين فقط لتشكيل كودون. لكن شفرة جوكيس ذات الطراز البدئى مازالت تستخدم ثلاث قواعد للكودون، تاركة موقع الكودون الثالث حرا لاستخدام أية قاعدة. وتعتبر طريقة الأرقام الأولية لإنتاج أكثر من ١٦ إشارة (١٨ أو ١٩) كافية لتغطية شروط الجدال حول المحتوى المعلوماتى.

تشكل الأزدواجية الثنائية لقواعد النكليوتيدات الأربع ما أُطلقُ عليه "بديهية" فى رياضيات الشفرة الوراثية. ويبدو أن الأحماض الأمينية التى تُشفَّر ينقصها وجود بديهية أو فرضية. ومن جانب آخر فإنه تتوافر فى كلا من القواعد وبقايا الأحماض الأمينية عناصر الاحتمال والصدفة. وفى قطعة محددة من الدنا أو الرنا أو البروتين، تحمل القواعد أو بقايا الأحماض الأمينية سمة التكرارات، ومن الناحية الإحصائية تعبر هذه التكرارات أيضًا عن احتمالات وجود قاعدة أو حامض أمينى فى تلك القطعة المحددة، وتحدد هذه التكرارات تركيب القطعة وليس تتاليها أو نظامها. وفى الحقيقة يكون ترتيب التتالى أهم بكثير من التركيب، وأبسط تتالى هو ذلك الذى نحصل عليه من كودون فردى (قاعدة ثلاثية)، الذى يحدد الحامض الأمينى الذى يتم تشفيره.

جدول ١١ . ١ التشفير المشترك فى الشفرة الوراثية والفروق بين الأرقام الأولية فى (١ . ٦٤)

الكودونات	الأحماض الأمينية	عدد الكودونات المترادفة	فروق بين الأرقام الأولية فى (١ ، ٦٤)
أ ى ج	ميثايونين Met	١	١
ى ج ج	تربتوفين Trp	١	١
ى ى س ، ى ى ى	فينايل ألانين Phe	٢	٢
ى أ س ، ى أ ى	تيروسين Tyr	٢	٢
س أ س ، س أ ى	هستيدين His	٢	٢
س أ أ ، س أ ج	جلوتامين Gln	٢	٢
أ أ س ، أ أ ى	أسباراجين Asn	٢	٢
أ أ أ ، أ أ ج	لايسين Lys	٢	٢
ج أ س ، ج أ ى	أسباراتيك Asp	٢	٢
ج أ أ ، ج أ ج	جلوتامين Glu	٢	–
ى ج س ، ى ج ى	سيستين Sys	٢	–
أ ى س ، أ ى ى ، أ ى أ	أيزوليوسين Ile	٣	٣
ى أ أ ، ى أ ج ،	"توقف" stop	٣	–
ي ج أ			
ج ى ص	فالين Val	٤	٤

الكودونات	الأحماض الأمينية	عدد الكودونات المترادفة	فروق بين الأرقام الأولية فى (١ ، ٦٤)
س س ص	برولين pro	٤	٤
أ س ص	ثريوثين Thr	٤	٤
ج س ص	ألانين Ala	٤	٤
ج ج ص	جلايسين Gly	٤	٤
س ى ص ، ى ى أ ى ى ج	ليوسين Leu	٦	٦
ى س ص ، أ ج س ، أ ج ى	سيرين Ser	٦	٦
س ج ص ، أ ج أ ، أ ج ج	أرجينين Arg	٦	٦
	–	–	٦
٢١ (متضمنة "توقف")		٦٤	إجمالى ٦٣

ويتضمن جانب آخر من التصور الاحتمالى الذى يحدث فى البيولوجيا الجزيئية ظاهرة الطفرة، والتى ترتبط ارتباطًا وثيقًا بمفهوم التغير فى الآى طاو. وعند مقارنة تتالى الدنا أو البروتين من خلايا حيوان ما بنفس التتالى من حيوان آخر، يتضح أن هذين التتاليين يشتركان فى غالبية القواعد العامة ونظام تتاليها؛ فإذا كان الحيوانان قد تطورا عن نوع مشترك من الأسلاف، يقال عن تتالى الجينين إنه مناظر(٢٩) .

(٢٩) مُناظر homologous : مناظر فى التركيب التطورى والارتقائى كاليد لدى الإنسان والتركيب الذى يشبه اليد عند الفقمة أو عجل البحر – المترجم .

وفى حالة تناظر زوج من الجينات، هناك جزء من القواعد دائمًا ما يكون مختلفًا، وهو الذى وقع له تغيّر تطورى أو طفرة[٣٠] . ويمكن للتغيرات أو الاختلافات أن تنتج أيضًا لسبب كيميائى (بالعقاقير مثلاً) أو بالإشعاع، ويطلق على الاختلاف الناتج فى قاعدة نكليوتيدية أو بقايا حامض أمينى "طفرة مميزة".

افترض أن زوجًا من تتالى البروتين يختلف بجزء كسرى ح من بقايا الحامض الأمينى، سيكون الجزء المشترك الذى لم يتغير هو ١ ـ ح . وافترض إضافة إلى ذلك أنه تم الحصول على التتاليين من نفس الكائن الحى من جنسين مختلفين، تباعدا عن سلف مشترك منذ زمن مضى مقداره ن. يكون التغير الذى حدث لتتالى البروتين القادم من السلف هو تغير صفر ثم تغير مرة واحدة ثم تغير مرتين، إلخ،... وتكون الأجزاء الكسرية المذكورة سالفًا هى ح (٠)، ح (١)، ح (٢)،... إلخ، والجزء الكلى يساوى ١ (سليمًا) :

ح (٠) + ح (١) + ح (٢) + ح (٣) .... = ١ (١.١١)

والجزء المتغير هو ببساطة مجموع هذه الأجزاء التى تغيرت مرة أو أكثر من مرة:

ح = ح (١) + ح (٢) + ح (٣) + ... = ١ − ح(٠) (٢.١١)

ويعتمد التعبير عن ح على النموذج الرياضى الذى نختاره، وإذا كان التغير يحدث بشكل عشوائى، يكون التعبير الأكثر سهولة هو تقريب بواسون :

١ − ح = دالة (− م) (٣.١١)

وهذا التقريب مناسب لطول سلسلة (عدد البقايا فى التتالى) من ٢٠ أو أكثر ـ وهو أمر يتفق مع ما نبحثه حيث تكون سلاسل البروتين عادة أطول من ذلك. وقد اقتُرِحَت هذه الصيغة السهلة أول مرة بواسطة إميل زوشيركاندل ولينوس باولنج عام ١٩٦٥ . وفى وقت لاحق اقترح عالم الوراثة الجزيئية اليابانى موتو كيمورا "نظرية متعادلة" للتطور ينتج عنها أن م هو ببساطة ٢ م ن؛ حيث م هو "ثابت المعدل rate constant" . وحيث إن ن هو "زمن التباعد"، يعتبر هذا التعبير الأكثر سهولة لمفهوم "الساعة الجزيئية".

ويتيح تقريب بواسون، الذى أطلق عليه هذا الاسم؛ لأن الجانب الأيسر من المعادلة (١١ − ٣) هى العبارة الأولى فى "توزيع احتمالية بواسون"، الذى يتيح حساب م من

(٣٠) الطفرة mutation : تغير بنائى مفاجئ داخل جين أو كروموسوم كائن حى ينتج عنه صفة جديدة – المترجم .

بيانات تباعد تتالى (التى نحصل عليها بعد عدّ البقايا المختلفة فى زوج بروتين). ويتضح من مقارنة النتائج بتلك التى حصلنا عليها من طرق "التأريخ" الأخرى أن هذه المعادلة تتحرف بنسبة ٢٠ فى المائة تقريبًا. وليست هذه نتيجة سيئة، بأخذ سهولة المعادلة فى الاعتبار. من جانب آخر يمكن أن نعزو هذا الانحراف إلى أشياء أخرى مثل التباعد غير العشوائى لبقايا الحامض الأمينى.

ويمكن تطبيق نفس النموذج العشوائى السهل على الاختلاف فى القواعد بين زوج من تتالى الدنا. ومن ناحية أخرى يجب استخدام معامل مقداره ٣/٤ مع الجزء المتغير فى قيم القواعد و ح، و م. ويُدخل هذا المعامل فى حسبانه متوسط "الطفرة المرتجعة" العشوائية، حيث قد تتغير قاعدة ما إلى وضعها السابق الأصلى بعد أكثر من تغير واحد. وللتمييز بين التغيرات فى تتاليات البروتين والدنا، يُطلق على التغيرات فى البروتين "إزاحات"، بينما يطلق على التغيرات فى الدنا "استبدالات"؛ لأنه قد تتغير قواعد الكودونات دون أن تتغير البروتينات التى شُفرت بسبب التشفير المشترك للكودونات، ويُوصف هذا النوع من التغير بأنه "مترادف" أو "استبدال صامت".

ويجد تقريب بواسون تطبيقات أخرى فى "نظرية التخلل percolation" فى تكوين المجرة وفى علم الأوبئة، كما أوضح لورانس شولمان وفيليب سيدين فى مقالة نُشرت فى مجلة "العلم" ١٩٨٦ . وقد لاحظ العالمان أن "احتمال صياغة تعبيرات كيفية مهمة فى غياب التفاصيل المناسبة المصطلح عليها، رغم أن هذا أمر معتاد فى الفيزياء الإحصائية، يلقى قبولاً بطيئًا بالكاد لدى المجتمع العلمى الأكثر اتساعًا". والاستنتاجات الكيفية هى، بالطبع، ازدواجية الين يانج الكيفية التى نجاهد للتوصل إليها.

ويجب أن تضع المعالجة الدقيقة جداً لكودون محدد فى اعتبارها التغيرات الثمانية فى مواقعه الثلاثة. فإذا رمزنا للتغير فى القــاعدة بالرمز ت ، فإن التوافقات التالية هى المحتملة :

———	———	———	———	———	———	———	———
ت ت ت	ت ت	ت ت	ت ت	ت	ت	ت	

وحيث إن الشَّرط تشير إلى القواعد، يمكن ملاحظة أنه لا يوجد فى الكودون الثلاثى الأول تغيرات، وفى الكودون الأخير هناك تغيرات فى ثلاث قواعد. وهنا بإيجاز تام يبدو التطابق بين عدد تغيرات القاعدة وعدد البنى الثلاثية فى الآى تشنج. ولكننا لن نغوص فى تفاصيل المعالجة الدقيقة جداً لاستبدال القاعدة.

والأرقام المتميزة، مثل الأرقام الثنائية أو الأرقام الطقسية المستخدمة فى "إعادة تسمية" قواعد الدنا أو الرنا، تعتبر أرقاماً كيفية أو وصفية لا تختلف البتة عن استخدام النعوت الوصفية. من جانب آخر، طُبقَت الأرقام المتصلة على السلاسل الجانبية للحامض الأمينى لتقديم مقياس لقياسات محددة ، مثال لذلك مقياس رهاب الماء لبقايا الحامض الأمينى. ويهدف هذا المقياس إلى وصف أو التنبؤ بما إذا كانت بقايا حامض أمينى معين فى سلسلة بروتين تفضل توجيه نفسها إلى الحالة المائية الخارجية أو تجاه الجانب الداخلى من البروتين. ومرة أخرى نشير إلى وجود صعوبة فى إنشاء هذا المقياس؛ لأن "رهاب الماء" لكل بقية يمكن أن يتأثر بجيرانه. ومع ذلك، يمكن العثور على أربعة تصنيفات رئيسية للسلاسل الجانبية للأحماض الأمينية العشرين، بطريقة مماثلة لتلك المستخدمة فى قواعد النكليوتيدات أو البنى الثنائية الموجودة فى الآى تشنج.

وتُعتبر السلاسل الجانبية للحامض الأمينى عموماً كبيرة أو صغيرة (بالحجم الجزيئى) أو أيضا ثنائية الاستقطاب أو غير ثنائية الاستقطاب. والمركبات أو المجموعات الاستقطابية هى تلك التى تتسم باستقطاب الشحنة الكهربائية، وتفضل المجموعات الاستقطابية توجيه أنفسها إلى الوسط المائى. وبتعبير مختلف، فإن المركبات والمجموعات الاستقطابية تتصف برهاب الماء. وبهذا التصنيف، وهو ما يستحضر من جديد الازدواج الثنائى، تتجمع السلاسل الجانبية للأحماض الأمينية العشرين كاستقطاب كبير، واستقطاب صغير، وغير استقطابى كبير وغير استقطابى صغير، كما هو موضح فى الجدول التالى :

استقطابى كبير	غير استقطابى كبـير	استقطابى صغير	غير استقطابى صـغير
أرجينين	أيزوليوسين	أسباراجين	ألانين
جلوتامين	ليوسين	أسباراتيك	سيستين
جلوتاميك	ميثايونين	جـلايســين (ج ج ج)	بــرولــين (س س س)
هستيدين	فينــايل ألانــين (ى ى ى)	سـيرين	ثريونين
لايسين (أ أ أ)	فالين		
تربتوفين			
تيروسين			

وهنا يظهر نمط : ترتبط الازدواجـيـة الثنائيـة للأحـمـاض الأمينيـة بالازدواجيـة الثنائيـة للقـواعـد النكليـوتيدية بالطريقـة التـالية. السـلاسل الجـانبيـة الأمينية ذات الاسـتـقطابيـة الكبيـرة ترتبط بالقـاعدة أ، صـغيـرة الاسـتـقطاب بالقـاعـدة ج، غير الاستقطابية الكبيرة بالقاعدة ى وغير الاستقطابية الصغيرة بالقاعدة س. ونتوصل إلى هذا النمط بسـهولة إذا أدخلنا فى اعـتـبـارنا تصنيف الأحـمـاض الأمـينيـة التى يتم تشفيرها بالكودونات أ أ أ، ج ج ج، ى ى ى، و س س س، كما هو موضح فى الجدول السـابق. وبالترجمـة المباشـرة إلى تنسيق "مكعب أى جين" (التفـاصيل فى الفـصلين التـاليين)، تصبح السـلاسل الجـانبيـة ذات الاسـتـقطابيـة الكبـيرة هـى "الين القـديم"، والاستقطابية الصغيرة هى "اليانج القديم"، وغير الاستقطابية الكبيرة "الين الجديد"، وغير الاستقطابية الصـغيرة "اليانج الجديد". وبتـعبير آخر، "المستقطب" هو "القديم" و"غير المستـقطب" هو "الجديد"، والحـجم الجزيئى الكبير هـو "الين" والحـجم الجزيئى الصغير هو "اليانج".

وبالرجوع إلى الشفرة الوراثية، رأينا كيف أن كل الأحماض الأمينية غير الاستقطابية الكبيرة (أيزوليوسين، وليوسين، وميثايونين، وفينايل ألانين وفالين) تُشفَّر بال ١٦ كودون مع وجود القاعدة ى فى الوسط (مجموعة الوسط ى). ومع ذلك لا يمكن قول نفس الشئ عن مجموعات الكودونات الأخرى. مثال لذلك، تشفر كودونات الوسط س ال ١٦ لكل من ألانين، وبرولين، وسيرين وثربوثين، لكن السيرين مصنف كاستقطاب صغير، بينما الثلاثة الأخرى غير استقطابية صغيرة فى الجدول السابق. وهذا يشير من جديد إلى أن الشفرة الوراثية أقل حتمية أو أقل قابلية لأن تكون قالبًا محددًا.

الفصل الثانى عشر

مكعب آى جين ١

تُمثِّل الازدواجية الثنائية فى الآى تشنج بواسطة البنى الثنائية الأربع وفى الشفرة الوراثية بواسطة القواعد النكليوتيدية الأربع. وكلا الشفرتين (باعتبار الآى تشنج شفرة) لها إجمالاً ٦٤ كلمة تشفير. والتوافق العددى وحده يعتبر دافعًا قويًا للبحث عن "التناسق" بينهما - وهو تعبير استخدمه مارتين شونبيرجر.

وفى كتاب "الآى تشنج والشفرة الوراثية" لشونبيرجر، الذى صدر عام ١٩٧٩، قدّم الكاتب تفاصيل هذا التناسق وبشكل رئيسى من خلال الرقمين التاليين: ٦٤ للبنى السداسية والكودونات و ٤ للبنى الثنائية والقواعد. وفى خاتمة ذلك الكتاب اقتبس فرانك فيدلر صفحة من كتاب جونتر ستينت "مجىء العصر الذهبى"؛ حيث أشار ستينت أيضًا إلى هذا التكافؤ. ويعزو ستينت بدوره هذا "التناسق" بين القواعد والبنى الثنائية إلى هارفى بيالى، ويعتبر تناسق بيالى ستنت وشونبرجر متطابقًا، لكن ستينت فى كتابه حوّل الرموز الخطية إلى ين جديد ويانج جديد. وتخصص طريقة "تناسق بيالى ستينت" هذه قواعد الرنا ى للين القديم، س للين الجديد، ج لليانج الجديد وأ لليانج القديم.

وفى عام ١٩٨٤ اكتشفت هذا التكافؤ بشكل مستقل، ولم أكن على معرفة بأعمال ستينت وشونبرجر فى هذا الوقت. وبعد فحص شديد الحرص لشكلة التناسق، خصصت أ للين القديم، وس لليانج الجديد، وى للين الجديد، و ج لليانج القديم. ومددتُ جداول البنى السداسية والشفرة الوراثية إلى الأبعاد الثلاثة، بتجميع كلا الشفرتين (بالأرقام الطقسية للبنى الثنائية، وعدد روابط الأيدروجين بين الكودونات ومضادات الكودونات، والأرقام الثنائية، والبنى السداسية، والكودونات والأحماض الأمينية) على الأوجه الستة لل ٦٤ مكعب فرعى لتشكيل "مكعب آى جين" (انظر الغلاف). وأطلقت على ذلك "تناسق مكعب آى جين".

لم يسهب ستينت وشونبرجر فى توضيح سبب توصلهما إلى هذا التخصيص المحدد (أو التناسق)، وربما يكونان قد انطلقا من حقيقة أن ى ى ى هو أول كودون ثلاثى يظهر فى جدول الشفرة الوراثية التقليدية، وأن متعدد ى هى أول كلمة تشفير تم اكتشاف معناها، وقد يكون السبب الآخر لتناسقهما هو تكافؤ ازدواج الين واليانج مع ازدواج واطسون كريك _ بالارتباط الحتمى بين (أ) و (ى) (ث فى الدنا) و (ج) و (س). من ناحية أخرى، فإنهما لم يوضحا سبب أن الزوج أ _ ى "قديم"، وأن الزوج ج _ س "جديد". ولاحظ شونبرجر أيضا التكافؤ بين البنى السداسية فى الآى تشنج والأرقام الثنائية، لكن يبدو أنه قرأ خطوط البنى السداسية من أعلى إلى أسفل.

نورد فيما يلى التناسقات الحالية، ونشرح مبرراتها الفيزيائية والكيميائية الحيوية والرياضية، والتناسق ملخص بمصطلحات البنى الثنائية :

٦	٧	٨	٩
— —	——	— —	——
— —	— —	——	——
ين قديم	يانج جديد	ين جديد	يانج قديم
٠٠	١٠	٠١	١١
أ	س	ي (ث)	ج

الأرقام فى أعلى البنى الثنائية هى أرقامها الطقسية.

والأرقام الثنائية (كل منها عبارة عن رقمين) موضحة بين أسماء البنى الثنائية والقواعد. وتُقرأ البنى الثنائية من أسفل إلى أعلى، مع خط الين صفر ٠ (شفع) وخط اليانج واحد ١ (وتر)، مما يتفق مع الرموز والمصطلحات الواردة فى هذا الكتاب.

١ - من الناحية الفيزيائية يعتبر البيورينان[٣١] (أ و ج) أكبر على المقاس الجزيئى، لذلك يخصص لهما الوصف "قديم"، ويبقى أن نسمى البريميدينين[٣٢] (س و ى) "الجديد".

(٣١) (من المركبات العضوية المشتقة من البيورين أو مرتبطة تركيبياً به، ومنها الحمض البولى وعناصر الحمض النووى - المترجم) .

(٣٢) (البريميدين : قاعدة عضوية هى الأصل للعديد من المشتقات البيولوجية المهمة، ومن المركبات الأساسية المتعددة المشتقة أو المرتبطة بتركيبها بالبيريميدين وخاصة مكونات الحمض النووى - المترجم) .

٢ – يعتبر زوج قواعد واطسون – كريك أ – ى (ث) مكافئًا للين أو شفعًا ذا رابطين أيدروجين، والزوج ج ـ س هو اليانج أو وتر بثلاث روابط أيدروجين. وأزواج ج – س أكثر كثافة، ويُقدَّر محتوى ج – س عادة بقياس كثافة اللوالب المزدوجة للدنا.

٣ – فى الخلايا حقيقية النواة، يلتصق بسلاسل الرنا المرسال ذيول متعدد أ (أ أ أ أ أ أ أ .....)، مما يشير إلى أن أ هى صفر ٠، الشفع أو العضو "المتلقى" فى ازدواج أ ـ ج. من هنا تكون ج هى "الوهّاب" أو الوتر. وينتج عن قاعدة إضافة صفتى الأرقام الوترية والشفعية اعتبار كودون البدء أ ى ج (كودون ميثايونين) عددًا وتريًا (أو عدد ثنائى ينتهى ب ١). وتتضمن الأرقام الوترية الأرقام الأولية، المطلوبة لإيجاد (بدء) شظايا جديدة من الأرقام (أو الرسائل).

٤ – لا معنى لسلسلة من الأصفار إلا إذا سبقتها[٣٣] أرقام غير الصفر. ولا تشفر متعددة أ (أصفار) الجانبية لأى حامض أمينى، لكن بمجرد أن تبدأ يشفر الكودون أ أ أ للايسين فى هذا النسق، وفى تركيبات الأحماض الأمينية للبروتينات، يظهر اللايسين عادة بتواتر مرتفع جدًا، مما يعنى وجود أصفار زائدة لا تُستبدَل بالأرقام الأخرى. وبعد البدء ب أ ى ج، تعود بقايا متعدد – أ إلى الكمية الزائدة من اللايسين حتى فى المراحل المتقدمة من التطور.

٥ – من الجانب الكيميائى يشكّل الكودون ج ج ج ونقيض الكودون الخاص به س س س إجمالى ٩ روابط أيدروجينية. والكودون أ أ أ والكودون النقيض له ى ى ى (ث ث ث) يشكّل ٦ روابط أيدروجينية بينها. ومن بين أزواج الكودون ـ نقيض الكودون، يكون عدد الروابط الأيدروجينية إما ٦ أو ٧ أو ٨ أو ٩ ـ وهى نفس مجموعة الارقام الطقسية للخطوط أو البنى الثنائية !

ويمكن اعتبار عدد روابط الأيدروجين H فى زوج الكودون ـ نقيض الكودون هى "الأرقام الطقسية" لهذا الكودون. ويحتوى السداسى المناظر لهذا الكودون ثلاثة بنى ثنائية، كل منها له رقم طقسى. وإجمالى الأرقام القياسية لهذه البنى الثنائية الثلاثة تتراوح بين ١٨ (لثلاثة من الين القديم) إلى ٢٧ (ثلاثة يانج قديم). وسوف نطلق على

(٣٣) (إلا إذا تلاها .. بالنسبة لكتابة الأرقام باللغة العربية – المترجم) .

هذا الإجمالى الرقم الطقسى للبنية السداسية. ومن الواضح أن الأرقام الطقسية للبنى السداسية لا تتطابق مع عدد الروابط الأيدروجينية للكودونات، لكن فى تنسيق مكعب آى جين فإنهما يتبعان كلاهما قواعد إضافة أرقام الشفع والوتر كما يلى :

٣ أرقام شفع = رقم شفع

٣ أرقام وتر = رقم وتر

٢ رقمى شفع + رقم وتر = رقم وتر

٢ أرقام وتر + رقم شفع = رقم شفع

تلك هى بالطبع نفس القواعد التى طبقناها لتخصيص جنس للبنى الثلاثية (فصل ٨)، لكننا نطبقها الآن على الكودونات والبنى السداسية المناظرة لها، وحيث إن تصنيف الأرقام الوترية والشفعية هو السمة الأساسية لنظام الأرقام الثنائية، توحى حقيقة أن عدد روابط أيدروجين الكودون وأرقام البنى السداسية تتفق مع هذه القواعد، أن شفرة الآى تشنج والشفرة الوراثية هما بشكل أساسى شفرتان تحكمهما الأرقام الثنائية.

٦ - بمصطلحات المعلومات، نلاحظ أنه فى السداسى يكون الموقع المتوسط (الثانى المخصص للناس) ذو وزن كبير وعالى التغير بالنسبة لمعرفة المستقبل. وبطريقة مماثلة، تكون القاعدة الثانية فى الكودون هى الأكثر أهمية فى معرفة أىّ من الأحماض الأمينية الذى يجب تشفيره. وسوف نوضح هذا التوافق الكيفى فى الفصل ١٤ حتى يصبح توافقًا كميًا عند مقارنة الاحتمالات الأساسية للأرقام الطقسية الأربعة وتكرارات ظهور القواعد الأربع فى شظية جين.

وبالنسبة للآى شينج خُصصت أربعة أرقام طقسية للبنى الثنائية الأربع، لكنها تستخدم على وجه الحصر للخطوط فى ممارسة عملية التنبؤ. ويستعيد تنسيق مكعب آى جين استخدام هذه الأرقام فى البنى الثنائية الأربع، لتناظر القواعد الأربع فى الأحماض الأمينية. وتُستخدم نفس مجموعة الأرقام الطقسية أيضًا بالنسبة للبنية السداسية، لتناظر عدد الروابط الأيدروجينية فى زوج الكودون - مضاد الكودون. لذلك فإنه يتم تسويغ هذا التنسيق من الناحية الرياضية والفيزيائية ومن ناحية الكيمياء الحيوية.

ويتضمن مكعب أى جين الذى يتم تكوينه بهذه الطريقة ٦٤ مكعبًا فرعيًّا، وفى كل وجه من الأوجه الست للمكعبات الفرعية يمكن إدراج البنى الست أو البيانات، ويفضل أن يكون ذلك بستة ألوان مختلفة. ومع ذلك فإنه قد تم إدراج البيانات الرئيسية الأربعة فقط، على المكعبات الفرعية الموضحة على النموذج الأولى الموجود على غلاف هذا الكتاب، لتجنب مزيد من اكتظاظ المعلومات. وتُرك الوجهين العلوى والسفلى خاليين. وفى "الوصف الكامل" الذى يبدأ فى الصفحة التالية، عرضنا الأشكال الستة على الترتيب التالى:

الوجه ١ – السداسى، اسمه باللغة الصينية ورقمه فى نسق الملك وين.

الوجه ٢ – الكودون الثلاثى فى هذا التنسيق.

الوجه ٣ – الحامض الأمينى الذى يُشفِّر.

الوجه ٤ – الرقم الثنائى (والرقم العشرى المناظر له).

الوجه ٥ – الأرقام الطقسية الثلاثة للبنى الثنائية.

الوجه ٦ – العدد الكلى للروابط الأيدروجينية لكل زوج كودون – مضاد كودون.

مكعب آى جين (حسب سياق فو هسى)

(رقم)	الاسم	المعنى	الرمز	الحمض الأميني	الثنائي	العدد	المجموع
(20)	كوان	(التأمل)	ا ا ج	لايسين	000011(3)	669	7
(8)	بى	(التماسك)	ا ا ى	أسباراچين	000010(2)	668	6
(23)	بو	(الانفصال)	ا ا س	أسباراچين	000001(1)	667	7
(2)	كون	(الوهاب)	ا ا ا	لايسين	000000(0)	666	6
(12)	بى	(الثبات)	أ س ج	ثريونين	000111(7)	679	8
(45)	تسى	(التجمهر)	أ س ى	ثريونين	000110(6)	678	7
(35)	شين	(التقدم)	أ س س	ثريونين	000101(5)	677	8
(16)	يو	(الحماس)	أ س أ	ثريونين	000100(4)	676	7
(53)	شين	(التطور)	أ ى ج	ميثايونين	001011(1)	689	7
(39)	شين	(التحويق)	أ ى ى	أيزوليوسين	001010(10)	688	6
(52)	كين	(الثبات)	أ ى س	أيزوليوسين	001001(9)	687	7
(15)	تشين	(الحياء)	أ ى أ	أيزوليوسين	001000(8)	686	6
(33)	تون	(التراجع)	أ ج ج	أرچينين	001111(15)	699	8
(31)	هسين	(المراودة)	أ ج ى	سيرين	001110(14)	698	7
(56)	لى	(الجوال)	أ ج س	سيرين	001101(13)	697	8
(62)	مسياو كوو	(تفوق الهماء)	أ ج أ	أرچينين	001100(12)	696	7

مكعب آى جين (تكملة)

الرقم	الاسم	المعنى	الرمز	الحمض	الثنائي	الرقم	المجموع
(59)	هوان	(التشتت)	س أ ج	جلوتامين	010011(19)	769	8
(29)	كان	(المتاهة)	س أ ى	هستيدين	010010(18)	768	7
(4)	مينج	(طيش الشباب)	س أ س	هستيدين	010001(17)	767	8
(7)	شى	(الجيش)	س أ أ	جلوتامين	010000(16)	766	7
(6)	سونج	(الصراع)	س س ج	برولين	010111(23)	779	9
(47)	كوان	(الكبت)	س س ى	برولين	010110(22)	778	8
(64)	وى شى	(قبل الاكتمال)	س س س	برولين	010101(21)	777	9
(40)	هسيه	(الخلاص)	س س أ	برولين	010100(20)	776	8
(57)	سان	(اللطيف)	س ى ج	ليوسين	011011(27)	789	8
(48)	شينج	(المدبر)	س ى ى	ليوسين	011010(26)	788	7
(18)	كو	(الاصلاح)	س ى س	ليوسين	011001(25)	787	8
(46)	شينج	(التعالى)	س ى أ	ليوسين	011000(24)	786	7
(44)	كوو	(التقارب)	س ج ج	أرچينين	011111(31)	799	9
(28)	تا	(تفوق العظماء)	س ج ى	أرچينين	011110(30)	798	8
(50)	تينج	(القدر)	س ج س	أرچينين	011101(29)	797	9
(32)	مينج كوو	(الدوام)	س ج أ	أرچينين	011100(28)	796	8

مكعب آى جين (تكملة)

(42) أى (الزيادة) ى أ ج توقف 100011(35) 869 7	(3) شون (متاعب البداية) ى أ ى تيروسين 100010(34) 868 6	(27) أى (مد العظماء) ى أ س تيروسين 100001(33) 867 7	(24) فو (العودة) ى أ أ توقف 100000(32) 866 6
(25) وو وانج (البراءة) ى س ج سيرين 100111(39) 879 8	(17) سوى (التابعون) ى س ى سيرين 100110(38) 878 7	(21) شى هو (الاحتراق) ى س س سيرين 100101(37) 877 8	(51) شين (الباعث) ى س أ سيرين 100100(36) 876 7
(37) شياجين (العائلة) ى ى ج ليوسين 101011(43) 889 7	(63) شى شى (بعد الاكتمال) ى ى ى فينايل ألانين 101010(42) 888 6	(22) بى (اللطف) ى ى س فينايل ألانين 101001(41) 887 7	(36) مينج أى (إظلام النور) ى ى أ ليوسين 101000(40) 886 6
(13) تونج جين (صحة الرجال) ى ج ج تريبتوفان 101111(47) 899 8	(49) كو (الثورة) ى ج ى سيستين 101110(46) 898 7	(30) لى (التعلق) ى ج س سيستين 101101(45) 897 8	(55) فينج (الوفرة) ى ج أ توقف 101100(44) 896 7

ملاحظات :

يعطى نظام توماس ويد لكتابة اللغة الصينية الرئيسية بالأحرف اللاتينية أسماء مختلفة للبنية السداسية على نفس أساس الترجمة الصوتية الإنجليزية. وهناك نظم ترجمة أخرى – مثال لذلك ترجمة "بن ين". ونحن نوصى باستخدام أرقام السداسيات التى خصصها الملك وين لهؤلاء الذين لا يقرأون الأحرف الأبجدية الصينية. وأرقام السداسى متماثلة فى كل الترجمات الإنجليزية.

وفى داخل الأقواس التالية للأرقام الثنائية توجد الأرقام العادية (العشرية) المناظرة لها. وسوف تكون هذه الأرقام مفيدة فى المناقشة التالية. وتتالى الترقيم المستخدم فى مكعب آى جين، حسب النظام الثنائى أو العشرى، مطابق ل "السماء المعنة فى القدم" أو تتالى فو هسى للبنى السداسية.

الفصل الثالث عشر

مكعب آى جين ٢

بمجرد إنجاز التنسيق بين الشفرة الوراثية والآى تشنج، كما قدمناه فى الفصل السابق، يُبنى مكعب آى جين بشكل طبيعى باستخدام نظام الأرقام الثنائية وتتالى فو هسى للبنى السداسية. ولنظام الإحداثيات الديكارتية الذى عرًفناه بالمكعب، أصله المخصص ل كون (الوهاب) K,un ، أى ٠٠٠٠٠٠ أو أ أ أ، وأبعد ركن قطرى مخصص ل شين (المبدع)، أى ١١١١١١ أو ج ج ج. ويمكن مناقشة خواص هذا المكعب بالمصطلحات التالية: (١) تماثل الأحماض الأمينية المشفَرة. (٢) التمثيل فى الأبعاد الثلاثة لاستخدام تكرارات الكودون. (٣) تطور الشفرة (ذات الطراز البدئى والنووية وشفرة الميتوكوندريا). (٤) قواعد عمل حكمة الآى تشنج التنبؤية. (٥) بنية شظية جين.

(١) التماثل: تعتمد خواص التماثل لمكعب آى جين على الأحماض الأمينية التى تُشفَّر. وعدم التماثل فى الشفرة "العامة" (النووية) أكثر منه فى شفرة الميتوكوندريا، ويُبنَى المكعب بالشفرة النووية. وشفرة الميتوكوندريا المتماثلة والشفرة النووية غير المتماثلة تناظران احتمالات التماثل فى طريقة التنبؤ باستخدام العملة والاحتمالات غير المتماثلة فى طريقة العصى. وتقوم المناقشة التالية على الشفرة النووية غير المتماثلة فقط.

نطلق على المستوى الذى يكون فيه أ حرف أول للكودونات مستوى (١ أ)، والثانى حيث أ هى الحرف الثانى مستوى (٢ أ)،... إلخ. ويكون المستوى متماثلاً بالنسبة للشفرة العامة إذا كانت الأحماض الأمينية التى تُشفَّر متماثلة بالنسبة لمحور ما. ويتضح من مكعب آى جين أن :

مستويات متماثلة	مستويات غير متماثلة
١ س ، ١ ج	١ أ ، ١ ي
٢ أ ، ٢ س	٢ ي ، ٢ ج
	٣ أ ، ٣ س ، ٣ ي ، ٣ ج

ينتج عـدم التمـاثل فى (١ أ) و (٢ ى) إلى صـف الأحمـاض الأمينيـة التى تُشفَّر وهى:

أيزوليوسين – أيزوليوسين – أيزوليوسين – ميثايونين

وبالمثل، سبب عدم تماثل المستويان (١ ى) و (٢ ج) هو :

توقف – سيستين – سيستين – تربتوفين

وبشكل عام فإن مستوى – ى (١ ى، ٢ ى، ٣ ى) يكون غير متماثل. والمستوى بدون ى فى الموقعين الأول والثانى يكون متماثلاً.

وتكون شفـرة الميتوكوندريا، غير الموضحـة فى مكعـب أى جين، غير متماثلة؛ لأن صفى الأحماض الأمينية غير المتماثلين أصبحا الآن متماثلين :

ميثايونين – أيزوليوسين – أيزوليوسين – ميثايونين

تربتوفين – سيستين – سيستين – تربتوفين

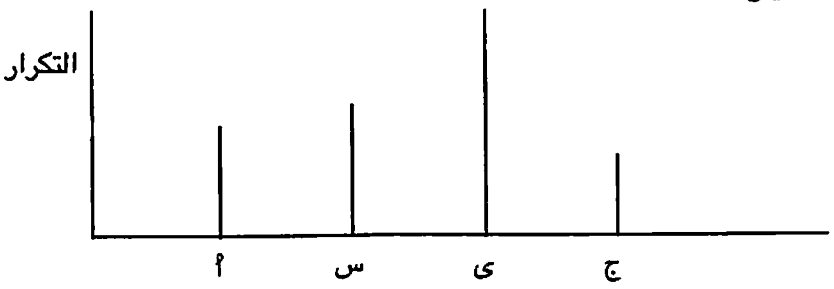
والصف الآخر فى الأحماض الأمينية فى شفرة الميتوكوندريا الذى يختلف عن الشفرة العامة هو:

توقف – سيرين – سيرين – توقف

ويظل هذا الصف متماثلاً.

ومثل طريقة العصى غير المتماثلة فى التنبؤ فى الآى شنج، تعتبر الشفرة العامة غير المتماثلة أكثر إثارة من الناحية الرياضية، ومن ثم أكثر إثارة للتحدى.

(٢) تكرار استخدام الكودون: فى شظية ما من الدنا، سيان كانت تشفر للبروتين أو لا تشفر، يمكن دائمًا إحصاء تكرار ظهور الكودون أو القاعدة من بيانات التتالى. مثال لذلك، تكرار القواعد التى تظهر فى موقع محدد يمكن عرضها فى شكل "منحنى تكرار" كما يلى :



سيكون مفهوم منحنى التكرار فى البعدين مألوفًا لأغلب القراء. وفى الشكل الموضح، يمكن الحصول على منحنى التكرار بتوصيل قمم التكرارات. ويمد هذا التمثيل إلى البعدين، تُسجَّل القواعد على محورين، ويمكن الحصول على "سطح" التكرار. وفى الأبعاد الثلاثة، يمكننا استخدام مكعب أى جين مع المواقع الثلاثة للكودون على ثلاثة محاور مشتركة. ويمكن تمثيل تكرارات القاعدة بكرات ذات أحجام مختلفة. فنحصل بذلك على مكعب له ٦٤ "كرة متكررة". والرسومات الملونة التى نحصل عليها بواسطة الكمبيوتر تعتبر طريقة رائعة لعرض هذه المعلومات.

وهذا العرض فى الأبعاد الثلاثة لاستخدام تكرارات الكودون يعتبر اقتراحًا لإجراء مزيد من الأبحاث.

(٣) تطور الشفرة: كيف تطورت الشفرة الجينية النووية إلى شكلها الحالى غير المتماثل؟ يعتبر التطور فى حد ذاته موضوعًا بالغ الأهمية، ويمكن أن نحصل على إجابات عنه أو نفك مغاليقه بمقارنة الشفرتين، الشفرة العامة وشفرة الميتوكوندريا. وتعتبر الشفرة الأخيرة أكثر "محافظة"، أى أنها لا تتغير كثيرًا بتقدم عملية التطور فى الميتوكوندريا. وتعتبر بساطة الشفرتين وتماثلهما مقياسًا لمدى كونهما "محافظتين". والشفرة ذات الطراز البدئى، التى اقترحها ت. هـ. جوكيس، تعتبر بدورها أكثر بساطة مقارنة بشفرة الميتوكوندريا. ورغم أن شفرة الطراز البدئى لم يُعثَر عليها لدى الكائنات

مكعب آي جين (تكملة)

(61) شونج فو (الصدق الداخلي) ج أ ج جلوتاميك 110011(51) 969 8	(60) شيبه (وضع الحدود) ج أ ى أسباراتيك 110010(50) 968 7	(41) سان (النقص) ج أ س أسباراتيك 110001(49) 967 8	(19) لين (الاقتراب) ج أ أ جلوتاميك 110000(48) 966 7
(10) لى (الخطو) ج س ج ألانين 110111(55) 979 9	(58) يوى (المرح) ج س ى ألانين 110110(54) 978 8	(38) كوى (الاعتراض) ج س س ألانين 110101(53) 977 9	(54) كوى مى (زواج العذراء) ج س أ ألانين 110100(52) 976 8
(9) هسياو شو (مدد الضعفاء) ج ى ج ڤالين 111011(59) 989 8	(5) هسى (الانتظار) ج ى ى ڤالين 111010(58) 988 7	(26) تاشو (المفاجأة) ج ى س ڤالين 111001(57) 987 8	(11) تاى (السلام) ج ى أ ڤالين 111000(56) 986 7
(1) تشيان (الخلاق) ج ج ج جلايسين 111111(63) 999 9	(43) كواى (الاختراق) ج ج ى جلايسين 111110(62) 998 8	(14) تا يو (الرضاء) ج ج س جلايسين 111101(61) 997 9	(34) تا شوانج (قوة العظماء) ج ج أ جلايسين 111100(60) 996 8

الحية الراهنة، فإنها اقتراح معقول نظرًا لبساطتها واستخدامها كتفسير بيولوجى؛ حيث إنها تفترض أن الكودونات ال ٦٤ قد نشأت عن ١٦ رباعية مترادفة.

وكما شرحنا سابقًا، أُجريت تجارب لمحاكاة أحوال لإيجاد أحماض أمينية من مركبات عضوية شائعة يُعتقد أنها كانت موجودة فى "الحساء" البدائى على الأرض البدائية. وكانت مقومات "الحساء" الماء والنشادر والميثان[٣٤] . ومن المحتمل أن الأحماض الأمينية المحتوية على الكبريت (سيستين وميثايونين) لم تكن موجودة فى منتجات هذا "الحساء" إذا لم يكن الكبريت ضمن المقومات.

يضاف إلى ذلك أنه من الممكن افتراض أن خمسة من الأحماض الأمينية ال ٢٠ تكونت من خلال التفاعلات "الاشتقاقية" :

سيستين + أسباراتيك ← ميثايونين

سيرين ← تربتوفين

جلوتاميك ← جلوتامين

أسباراتيك ← أسباراجين

فينايل ألانين ← تيروسين

والأحماض الأمينية فى الجانب الأيمن من المعادلة هى "أسلاف" تلك الموجودة فى الجانب الأيسر. وبالنسبة لتلك الأحماض الأمينية "المشتقة"، يبدو أن التخليق الحيوى للميثايونين هو الأكثر تعقيدًا، لأن فى أسلافه حامضين آخرين. وبالمثل فهناك ما يثير أيضا فى حامض أمينى آخر يحتوى على الكبريت، هو السيستين، الذى يمكنه عمل روابط متقاطعة فى سلسلة بروتين من خلال جسور ثانى الكبريتيد[٣٥] .

(٤) أسس عمل الآى تشنج : اليانجات والأرقام الأولية. كودون البدء أ ى ج (يشفر لميثايونين) فى الشفرة العامة له خاصية يانج خفيفة، كما عرضناه فى الفصل السابق. ففيه يانج قديم (القاعدة ج) فى موقع الكودون الثالث – وهو موقع أقل قيمة من الموقعين الآخرين. ومع ذلك فإن أ ى ج هو يانج بما فيه الكفاية أو مبدع بما فيه الكفاية بالنسبة لبدء تركيب البروتين.

(٣٤) (الميثان هو غاز المستنقعات والمناجم – المترجم) .

(٣٥) (مركب كيميائى مكون من ذرتى كبريت متحدتين مع ذرة واحدة لعنصر آخر – المترجم) .

وفى الميتوكوندريا، يُشفِّر الميثايونين أيضا بواسطة أ ى أ، وهو "المستقبِل" النظير ل أ ى ج. يضاف إلى ذلك أن الميثايونين ليس هو حامض البدء الوحيد، حيث أن أ ى ى (الذى يشفر للأيزوليوسين) يبدأ أيضا ترجمة البروتينات. لذلك فإن قدرة البدء فى الميتوكوندريا تكمن فى الموقعين الأوليين (أ ى ص). لا تقتضى الشفرة ذات الطراز البدئى كودون بدء، لكن الكودونات الرباعية أ ى ص (تشفر للأيزوليوسين) قد تقوم بدور المبدئ قياساً على شفرة الميتوكوندريا.

الجدول (١٣ - ١) التغيرات فى شفرة الطراز البدئى

الرباعيات	شفرة الطراز البدئى	التغيرات	الشفرة الراهنة	
			الميتوكوندريا	العامة
أ أ ص	لايسين	أ أ ب	لايسين	لايسين
		أ أ ر	أسباراجين	أسباراجين
أ س ص	ثريونين	—	ثريونين	ثريونين
أ ى ص	أيزوليوسين	أ ى أ	ميثايونين	أيزوليوسين
		أ ى ج	ميثايونين	ميثايونين
		أ ى ر	أيزوليوسين	أيزوليوسين
أ ج ص	سيرين أو أرجينين	أ ج ب	توقف	أرجينين
		أ ج ر	سيرين	سيرين
س أ ص	هستيدين	س أ ب	جلوتامين	جلوتامين
		س أ ر	هستيدين	هستيدين
س س ص	برولين	—	برولين	برولين
س ى ص	ليوسين	—	ليوسين	ليوسين
س ج ص	أرجينين	—	أرجينين	أرجينين
ى أ ص	توقف	ى أ ب	توقف	توقف

الرباعيات	شفرة الطراز البدئى	التغـيرات	الشفرة ١	
			الميتوكوندريا	العـامـة
		ى أ ر	تيروسين	تيروسين
ى س ص	سيرين	—	سيرين	سيرين
ى ى ص	فينايل ألانين	ى ى ب	ليوسين	ليوسين
		ى ى ر	فينايل ألانين	فينايل ألانين
ى ج ص	سيستين	ى ج أ	تربتوفين	توقف
		ى ج ج	تربتوفين	تربتوفين
		ى ج ر	سيستين	سيستين
ج أ ص	أسباراتيك أو جلوتاميك	ج أ ب	جلوتاميك	جلوتاميك
		ج أ ر	أسباراتيك	أسباراتيك
ج س ص	ألانين	—	ألانين	ألانين
ج ى ص	فالين	—	فالين	فالين
ج ج ص	جلايسين	—	جلايسين	جلايسين

ملاحظات الجدول : كما هى العـادة ص = أ، أو س، أو ى أو ج. ب = بيورينات (أ أو ج) ، ر = بيريميدينات (س أو ى). "ـــ" تعنى بدون تغيير.

يصبح تأثير البدء لموقعي التشفير الأولين في أ ى ص أقل هيمنة في الشفرة العامة. ويُكسَر تماثل الأحماض الأمينية في هذا الصف بواسطة أ ى ج، الذي يحصل على قوة المبدع (المبدِئ) من الصف كله.

لاحظنا في الفصل ١١ أن الخواص الأساسية في الأرقام الطبيعية (كل من الثنائية والعشرية) هي وتر أو شفع، أولية أو غير أولية. وتمت مناقشة الأرقام الأولية في النطاق (١،٦٤)، في علاقتها بالأحماض الأمينية الناتجة. ولمتابعة مناقشة هذا الأمر حول تتالي الأرقام الثنائية الطبيعية (المناظرة لتتالي فو هسي للبنى السداسية)، نحوّل نطاق الأرقام الأولية إلى (٠ ، ٦٣) لكي تتلاءم مع الأرقام الثنائية المناظرة لها. ويظل عدد الأرقام الأولية بدون تغيير في هذا النطاق.

ويمكن الآن صياغة "قاعدتي" تكوّن الأحماض الأمينية بواسطة الأرقام الأولية بشكل أكثر دقة. باستخدام مكعب أي جين أو الشفرة الوراثية العامة مباشرة، تكون الكودونات الرباعية الأولى (أ أ ص) مناظرة للأرقام الطبيعية (العشرية) ٠، ١، ٢، ٣، أو أ أ أ، أ أ س، أ أ ى، أ أ ج، على التتالي. والقاعدتان هما:

(أ) اليانج القديم (٣) _الحامض الأميني الناتج يجب أن يكون متطابقًا مع ذلك الناتج عن الين القديم (٠). وحيث إن الأصفار مخصصة لمتعدد _ أ، يكون الحامض الأميني الذي يُشفَر بالكودونين ٣ و ٠ هو اللايسين. والرقم الأولي الثاني في هذه الرباعية هو ٢، الذي يجب أن يوجِد، مع نظيره يانج ١، حامضًا أمينيًا آخر هو أسباراجين.

(ب) الأرقام الأولية الأكبر من ٢ هي أيضا أرقام شفع و"مبدعة" أو يانج. وهي تناظر الأحماض الأمينية التي يتم إنتاجها، مع الينات المصاحبة لكودوناتها "المترادفة". ويلخص الجدول التالي القاعدتين، وتظهر الأرقام الأولية بين أقواس، وأرقام الكودونات (الشفع وغير الأولية) موضحة في أقواس كبيرة ({) ومع ذلك هناك استثناءات لهذه القاعدة سوف نناقشها لاحقًا.

جدول (١٣ - ٢) أرقام الكودونات الأولية والوترية

الرباعية	الرقم العشرى للكودون وثنائية اليانج - ين	
أ أ ص	(٣) - ٠ ... ... لايسين ،	(٢) - ١ ... ... أسباراجين
أ س ص	(٧) - ٤ ،	(٥) - ٦ ... ... ثريونين
أ ى ص*	(١١) ... ... ميثايونين ،	{٩} - ١٠ ... أيزوليوسين
أ ج ص	(١٣) - ١٤ ... ... سيرين ،	{١٥} - ١٢ ... أرجينين
س أ ص	(١٧) - ١٨ ... ... هستيدين ،	(١٩) - ١٦ ... ... جلوتامين
س س ص	(٢٣) - ٢٠ ،	٢١ - ٢٢ ... ... برولين
س ى ص	{٢٧} - ٢٤ ،	{٢٥} - ٢٦ ... ... ليوسين
س ج ص	(٣١) - ٢٨ ،	(٢٩) - ٣٠ ... ... أرجينين
ى أ ص	{٣٥} - ٣٢ ... ... توقف	{٣٣} - ٣٤ ... ... تيروسين
ى س ص	(٣٧) - ٣٨ ،	٣٩ - ٣٦ ... ... سيرين
ى ى ص	(٤٣) - ٤٠ ... ... ليوسين ،	(٤١) - ٤٢ ... فينايل ألانين
ى ج ص*	(٤٧) ... ... تريبتوفين ، ٤٤	... توقف ، {٤٥} - ٤٦ ... سيستين
ج أ ص	{٤٩} - ٥٠ ... أسباراتيك ،	{٥١} - ٤٨ ... ... جلوتاميك
ج س ص	(٥٣) - ٥٤ ،	٥٥ - ٥٢ ... ... ألانين
ج ى ص	(٥٩) - ٥٦ ،	٥٧ - ٥٨ ... ... فالين
ج ج ص	(٦١) - ٦٢ ،	٦٣ - ٦٠ ... ... جلايسين

ملاحظات : (*) رباعيات غير متماثلة. وثنائيات يانج - ين منتظمة على هيئة يانج قديم - ين قديم، أو يانج جديد - ين جديد. والأرقام الأولية "المبدعة"، إذا كانت موجودة، تكون مسجلة أولاً فى رباعية.

والاستثناءات عن القاعدة (ب)، قد يكون سببها من الناحية الكيميائية الحيوية، أنها تكون مصحوبة بالتفاعلات "المشتقة" المذكورة توا. ويحطم الحامضان الأمينيان الأكثر تعقداً "المشتقان" ميثايونين وتريبتوفين، التماثل فى الرباعية أ ى ص والرباعية ى ج ص على التتالى. وتحتاج الأحماض الأكثر بساطة إلى رقم أولى "مبدع" واحد فقط على كلا جانبى تفاعلات الاشتقاق، وبالتالى فإن :

أسباراتيك ⟵ أسباراجين

{٤٩} - ٥٠ (٢) - ١

جلوتاميك ⟵ جلوتامين

{٥١} - ٤٨ (١٩) - ١٦

فينايل ألانين ⟵ تيروسين

(٤١) - ٤٢ {٣٣} - ٣٤

ومن بين الأحماض الأمينية ذات الستة كودونات المترادفة، يُشفَّر السيرين بشكل منفصل بواسطة الرباعية ى س ص (الناتجة عن الرقم الأولى (٣٧)) والثنائية أ ج ر ("يتم جعلها أولية" بواسطة (١٣)). وكرمز للاختزال أضفنا إشارة أولية ( ) للرباعية والثنائية :

يُشفَّر سيرين بواسطة ى س صَ + أ ج رَ

وهناك رقمان أوليان فى الرباعية س ج ص التى تشفر للأرجينين، لكن الأرجينين يُشفَّر أيضا بواسطة أ ج ب، الذى لا يحتوى على رقم أولى. ويمكن "مد" الأرقام الأولية لتغطى الثنائية س ج ر و"الرباعية" س ج ب + أ ج ب. وبكلمات أخرى،

يُشفَّر الأرجينين بواسطة س ج صً + أ ج ب

أو بواسطة س ج رَ + (س ج ب + أ ج بَ)

أخيراً هناك عدد أولى واحد للكودونات الستة لليوسين، ويمكن مده لتغطية رباعية من النوع ر ى ب، كما يلى :

يُشفَّر ليوسين بواسطة ى ى بَ + س ى ص

أو بواسطة ر ى بَ + س ى ر

ويمكن استنتاج تشفير س ى ر الخالى من الأرقام الأولية من علاقات يانج - ين الخاصة به فى الرباعية س ى ص. وهذا مكافئ للقول بأن الليوسين حامض أمينى مستقر جداً من الناحية الكيميائية الحيوية.

والكودونات ذات الأرقام الوترية (اليانجات) تعتبر "مبدعة" بنفس الدرجة فى صف أية رباعية. وفى حالة وجود رقم أولى، تكون القدرة على الإبداع لنفس الحامض الأمينى فى الصف كله مركزة فى هذا الرقم الأولى. والاستثناءات تكون فى صفى الرباعيات المتماثلة والمجموعات الثلاث من كودونات التشفير المشترك المضاعفة ست مرات. تُفسر حالات الاستثناء هذه كيميائياً، بدلاً من الاكتفاء باستخدام رمزى اليانج والرقم الأولى.

(٥) **التتالى المعلوماتى**: رغم توصلنا إلى تشابهات كثيرة بين الآى تشنج والشفرة الوراثية، فإنه من الواضح أن أسس عمل تتاليات البنى السداسية والجينات مختلفة تماما. لنأخذ عملية قذف العملة مثالا، سجّل لوجه العملة ١ وللظهر ؛ ففى سلسلة من عمليات إلقاء العملة قد نحصل على تتال كما يلى :

١١٠٠١٠١٠٠٠١١١٠٠٠١١٠١٠١٠٠١٠٠٠١١١٠٠١

وهذا تتالٍ عشوائى لا يحمل أى معنى. ومع ذلك، عند تطبيق قاعدة تم تحديدها بشكل مسبق، يمكن لهذه التتاليات الناتجة أن تنقل رسالة، كما هو الحال فى تشغيل رموز مورس[٣٦] . وأبسط وأقصر تتالٍ هو قذف العملة مرة واحدة، حتى لو كانت القذفة الواحدة تعنى "وجه، لقد فزت أنا وخسرت أنت". وتبنى السداسيات فى الآى تشنج باستخدام عمليات قذف متعددة لثلاث عملات، مثلاً، وتُفسر النتائج بواسطة القواعد التى ينصح بها الحكماء الأربعة.

(٣٦) (نظام شفرى مؤلف من نقط وقواطع يُستخدم لتوجيه الرسائل البرقية وغيرها - المترجم) .

وعلى سبيل التباين، فإن ضم أربع قواعد فى تتالى الدنا لا ينتج عنه عمليًا ثلاثية الكودونات فقط – حيث يشفر كل كودون لحامض أمينى واحد – بل ينقل أيضا رسالة متتالية تحدد بنية ووظيفة البروتين الذى تم تشفيره. وتعتبر الشفرة الوراثية بشكل أساسى شفرة أولية تحدد العلاقة (القاعدة – الحامض الأمينى). وفى الوقت الحاضر لا نعرف شيئًا عمليًا حول الشفرة الثانوية (إذا كانت موجودة أصلاً) التى يمكن أن تحمل رسائل غير تلك التى يحملها التتالى الأولى للبروتين. ومن ناحية أخرى فإن علماء الفيزياء الحيوية مشغولون بربط البنية الثانوية والبنية من الدرجة الثالثة للبروتين بوظائفهما الكيميائية الحيوية، من خلال المعلومات على البنية الأولية للبروتين. ويبدو أن هذا المدخل يبدأ بالبنية المتتالية الأولية للبروتين بدون اعتبار لتأثير تتاليات الكودونات أو الجينات.

ومناطق عدم التشفير فى تتالى الدنا معروفة جيداً. وهناك مناطق جانبية تقوم بدور "أغلفة" الحماية بالنسبة لمناطق تشفير البروتين، هناك "إنترونات" تفشل فى إنتاج بروتينات، وهناك "جينات قفازة" تأتى من أجناس أخرى، لكن لم "يُصغ التعبير" عنها أو تنشيطها بعد. ومازال التوصل إلى قواعد بسيطة للشفرة "الثانوية" أمرًا مراوغًا. وربما لا توجد قواعد بسيطة، أو ربما لا تكون حتمية بالضرورة.

وإذا كان من الممكن تطبيق الشفرة الثانوية على البنية الثانوية للبروتين، فليس لذلك علاقة، أو أن هناك علاقة طفيفة، بالشفرة الوراثية الأولية. وللبنية الثانوية للبروتينات ثلاثة تصنيفات فقط: لولب ألفا وصفائح بيتا والملف العشوائى، وكل الثلاثة مختلفة من الناحية الهندسية، لكن الهندسة الجزيئية يمكن تحديدها بشكل أساسى، بطريقة " من الخارج – إلى الداخل"، بواسطة القوى البيئية التى تُصنَّف من الناحية الكيفية ب "رهاب الماء" و"ألفة الماء".

ويُعتقد أن الجينات عبارة عن برنامج عمل لفرد يفسر إمكانياته (أو إمكانياتها) الوراثية. ومن ناحية أخرى فإن مسعى حياته أو حياتها بالكامل – السيرة – تُحدَّد بعوامل أخرى مثل البيئة الفيزيائية والبيولوجية وما بين الأشخاص (المجتمع). وبرنامج العمل فى حد ذاته ليس السيرة النهائية أو التاريخ النهائى. وتُستخدم إمكانيات

أو مصير أى فرد، غالبًا، كتنبؤ بالتطور الفيزيائى أو البيولوجى. والآى تشنج، من ناحية أخرى، يعتبر مقياسًا لمصير له محتوى راهن، أى نسخة معدلة للتنبؤ. وإذا كانت الجينات هى إطار عام أو خطة عظمى للسيرة، فإن البنى السداسية للآى تشنج هى لقطات لفرد عند وقت ما. وللوعى اعتبار كبير فى الآى تشنج، لكن موضوع الوعى مازال أمرًا محيرًا جدًا فى المرحلة الراهنة من تطور البيولوجيا الجزيئية.

ومن الأفضل مقارنة شفرة الآى تشنج والشفرة الوراثية بفحص الكودونات الرباعية وهى تقوم بدور "استعاضة صامتة" فى أحداث التطور. تلك هى الكودونات الرباعية المترادفة التى تختلف فى موقع الكودون الثالث، وقد وُصفت الاستعاضة بأنها "صامتة" لأنه لا يوجد تغير فى الأحماض الأمينية التى يتم تشفيرها. مثال لذلك، ج س ص يشفر للألانين، بينما ص يمكن أن تكون أى من القواعد الأربع. وحيث إن المتغير يكون فى القاعدة الثالثة، يعتمد التبادل أو الاستعاضة على شرط أن يكون موضعا الكودونين الأوليين هما ج س؛ لذلك فإن الاستعاضة الصامتة هى الاستعاضة المشروطة بالنسبة للرباعية المترادفة. والتكافؤ المناظر فى شفرة الآى تشنج هو مجموعة البنى السداسية المشتركة فى البنيتين الثنائيتين السفليتين. والسمات العامة فى هذه المقارنة تعتبر أكثر رسوخًا فى الاستعاضة الصامتة، كما سنعرضه فى الفصل التالى.

الفصل الرابع عشر

مثال للكودونات المترادفة

كما رأينا تتكون الشفرة الوراثية من ٦٤ كودونًا تشفر ل ٢٠ حامضًا أمينيًا موجودة بشكل طبيعي. وهذا يعني أن بقايا حامض أميني في سلسلة بروتين ما يمكن تشفيرها بأكثر من كودون "مترادف". ويُطلق على عدد الكودونات التي تشفر لحامض أميني "تشفيره المشترك"؛ لذلك يوجد كودونات ليست مشتركة التشفير (تشفر للميثايونين والتربتوفين في الشفرة العامة)، وكودونات تشفر مرتين، وثلاث مرات، وأربع مرات وست مرات في الشفرة العامة.

وفي كل حالة تشفير مشترك ست مرات توجد رباعية تشفير مشترك أربع مرات وثنائية تشفير مشترك مرتين. وتشفر كودونات التشفير المشترك ست مرات للأحماض الأمينية ليوسين وأرجينين وسيرين، وتشفر كودونات التشفير المشترك أربع مرات للأحماض الأمينية ثريونين وبرولين وألانين وفالين وجلايسين. وتختلف الكودونات في رباعية المرات الأربعة في موقع الكودون الثالث فقط. مثال لذلك، الرباعية التي تشفر للجلايسين تتكون من ج ج ص؛ حيث إن الموقعين الأوليين هما ج والموقع الثالث ص يمكن أن يكون لأي من القواعد الأربع أ، س، ي و ج. وبتجميع الرباعيات الخمس والرباعيات الثلاث من كودونات التشفير المشترك ست مرات، تكون أرقام وأسماء الأشكال السداسية المناظرة كما يلي :

١ – أ س أ	أ س س	أ س ى	أ س ج	—— ثريونين
(١٦)	(٣٥)	(٤٥)	(١٢)	
يو YU	شين Chien	تسيى Ts'ui	بى P'i	
٢ – س س أ	س س س	س س ى	س س ج	—— برولين
(٤٠)	(٦٤)	(٤٧)	(٦)	
هسيى Hsieh	وى شى Wei Chi	كون K'un	سونج Sung	
٣ – س ى أ	س ى س	س ى ى	س ى ج	—— ليوسين
(٤٦)	(١٨)	(٤٨)	(٥٧)	
شينج Sheng	كو Ku	شينج Ching	سان Sun	
٤ – س ج أ	س ج س	س ج ى	س ج ج	—— أرجينين
(٣٢)	(٥٠)	(٢٨)	(٤٤)	
هينج Heng	تينج Ting	تا كوو Ta Kuo	كوو Kou	
٥ – ى س أ	ى س س	ى س ى	ى س ج	—— سيرين
(٥١)	(٢١)	(١٧)	(٢٥)	
شين Chen	شين هو Shih Ho	سوى Sui	وو وانج Wu Wang	
٦ – ج س أ	ج س س	ج س ى	ج س ج	—— ألانين
(٥٤)	(٣٨)	(٥٨)	(١٠)	
كوى ميى Kuei Mei	كوى K'uei	توى Tui	لى Lu	
٧ – ج ى أ	ج ى س	ج ى ى	ج ى ج	—— فالين
(١١)	(٢٦)	(٥)	(٩)	
تاى T'ai	تا شو Ta Ch'u	هسو Hsu	هسياوو شو Hsiao Chu	
٨ – ج ج أ	ج ج س	ج ج ى	ج ج ج	—— جلايسين
(٢٤)	(١٤)	(٤٣)	(١)	
تا شوانج Ta Chuang	تا يو Ta Yu	كواى Kuai	شين Ch'ien	

ويعتبر هذا الجدول أساسًا لمقارنة الشفرة الوراثية والبنى السداسية. ويمكن وصف الأحماض الأمينية بأنها حمضية أو قلوية، ضخمة أو صغيرة، طاردة للماء أو قابلة للماء، تحتوى على الكبريت أو لا تحتوى عليه... إلخ. لكن هل توجد صفات شائعة فى البنى السداسية المناظرة لها فى نسق مكعب آى جين؟

وتناظر مفردات الرباعية الأولى (أ س ص)، التى تشفر للثريونين، البنى السداسية التى تعود إلى التقدم (٣٥ شين) أو الحرمان من التقدم، خاصة فيما يتعلق بالشئون العامة. وعندما تحدث ترقية أو يتم إحراز تقدم، يمكن للشخص أن يتحمس (١٦ يو). وبعد إحراز التقدم، يجب أن تصبح مجموعة التابعين متجمعة (٤٥ تسوى). وبالطبع قد لا يؤدى التقدم سوى إلى الركود (١٢ بى) - والثريونين سلسة جانبية صغيرة وغير مستقطبة.

ولمفردات الرباعية الثانية (س س ص)، والتى تشفر للبرولين، بنى سداسية تحمل معنى الوجود فى حالة كبت وإرهاق (٤٧ كون). ويمكن الخلاص من هذا الكرب (٤٠ هسيى)، أو أن يبقى فى حال عدم الاكتمال (٦٤ وى شى) أو يؤدى إلى صراع (٦ سونج). ومعروف عن السلسلة الجانبية برولين أنها تمزق روابط الأيدروجين ما بين الجزيئات فى البروتينات.

والبنى السداسية المناظرة للرباعية الثالثة، التى تشفر لليوسين، تشير إلى الحاجة إلى التعالى أو التلطف (٤٦ شينج، ٥٧ سان) أو إلى التلطف والإصلاح (٥٧ سان، ١٨ كو). حتى فى حالة المدد من المدبر (٤٨ شينج) يجب على الإنسان أن يعتمد على البئر الذى حفره آخرون. والسمة المركزية هى الاعتماد المتبادل - والليوسين كبير وغير مستقطب.

وتحمل مجموعة الرباعية الرابعة للبنى السداسية معنى الدوام (٣٢ هينج)، ومنه الصبر الأنثوى والرقة. ومن ناحية أخرى السلع المتينة مثل القِدر (٥٠ تينج) قد تصبح ضعيفة فى آخر الأمر. وتعانى مزيداً من الضعف نتيجة تفوق العظماء (٢٨ تا كوو) أو الأنثى القوية فى حال التقارب (٤٤ كوو) تؤثر على دوام ما تم إنجازه فعلاً. والسلسلة الأمينية الجانبية أرجينين كبيرة ومستقطبة (قلوية بشدة).

وللرباعية الخامسة، التى تشفر سيرين، بنى سداسية تدل على ترسيخ القيادة والاتباع (١٧ سوى). واتباع قائد (١٧ سوى) أسلوب استسلامى، وقد يحدث للمرء أن يتزعزع لزلزال أو رعد (٥١ شين)، وأن يخترق الركود (٢١ شى هو) أو أن يبقى سلبياً فى براءة (٢٥ وو وانج). والسيرين سلسلة جانبية صغيرة ومستقطبة.

وللمجموعة السادسة، التى تشفر ألانين، بنى سداسية تتصف بالرقة والأدب الأنثويين (١٠ لى)، والابتهاج أمام الإعجاب بها (٥٨ توى)، والسعادة الاحتفالية فى زواج العذراء (٥٤ كوى ميى)، ويشير مشهد كوى (٣٨) إلى أنثيين تعيشان معاً فى تعارض ونقار، وقد يؤدى ذلك إلى إنجاز ضئيل أو حتى قد يؤدى إلى نزاع، والألانين صغير وغير مستقطب.

والمجموعة السابعة، التى تشفر فالين، لها بنى سداسية تدل على وفرة مادية أو ثروة ذات مستويات مختلفة مثل قوة العظماء المروضة (٢٦ تا شو، ٩ هسياو شو)، أو حتى الوصول إلى سلام (١١ تاى). وقد تحتاج تلك المواقف - بدون هذه الثروة - إلى الانتظار (٥ هسو). والفالين سلسلة جانبية كبيرة وغير مستقطبة.

وللمجموعة الثامنة، التى تشفر جلايسين، بنى سداسية تتصف بقوة اليانج الخلاقة (١ شين): وقوة العظماء (٣٤ تا شوانج)، وثروة ضخمة (١٤ تا يو)، وحسم ورسوخ (٤٣ كواى). وللجلايسين أصغر سلسلة جانبية (ذرة أيدروجين).

وبالضبط كما تحتوى كل رباعية على كودونات يكون الحرفان الأوليان فيها عامين، فإن البنى السداسية المناظرة لها بنيتان ثنائيتان سفلتان عامتان. ويشرح الآى تشنج بالتفصيل الخطوط الفردية والبنى الثلاثية والبنى السداسية كاملة، لكنه لا يشرح بنفس التفصيل البنى الثنائية. وتتضمن الصفات المشتركة فى البنى السداسية المناظرة للكودونات الرباعية البنى الثلاثية السفلية العامة التى تقوم بدور "الصفة المشتركة العامة" بالنسبة للكودونات المترادفة فى الرباعية. وهذا الأمر يفسر إمكان استنتاج الاتفاق الكمى (خاصة بالنسبة للبرولين والجلايسين) من رباعية البنى السداسية.

ولقد وضحنا فى الفصل ٥ أن التفاعل بين بنيتين ثلاثيتين يعتبر مفضلاً لتميزه باليانج القوى فى الثلاثى السفلى. وتبعاً للنسق الذى قدمناه، يحتوى رباعى الكودونات ج ج ص ثلاثى سفلى لشين (السماء). ورباعية الكودونات هذه تشفر جلايسين

بالصفات العامة لليانج القوى. ومجوعة رباعية أخرى، هى ج ى ص (تناظر البنى السداسية التى تعنى الوفرة والثروة)، تشفر الحامض الأمينى المميز فالين، لها أيضًا ثلاثى سفلى لشين. وكما أشرنا من قبل، لا يمكن إطلاق أحكام عامة حول البنى الثلاثية السفلية أكثر من شين.

واقترح جونتر ستينت فى كتابه "مجىء العصر الذهبى" أنه يجب تطبيق أحكام الآى تشنج على الشفرة الوراثية، ودعنا نفحص معقولية هذه الاستنتاجات. يبين الآى تشنج الإجماع الذى يمكن استنتاجه من المواقف الاجتماعية النفسية الراهنة - أى أنه يلخص الاحتمالات المختلفة. وبموجبه نحكم على بنية سداسية معينة فى التنبؤ على أنها فأل سعيد أو حظ سيئ. وبالمقارنة، فإن بقايا الأحماض الأمينية فى جزىء بروتين هى عناصر الاحتمالات نفسها، ويُصنَّف البروتين فى إجماله بواسطة العلماء من حيث كونه فى حالة اتساق مريحة من عدمها. وتكون المرجعية عندئذ هى المقارنة بين نتيجة (بنية سداسية) نطاق احتمالى وسبب (حامض أمينى) نطاق آخر.

وهذا يعنى أن الآى تشنج والشفرة الوراثية لغتين مختلفتين تستخدمان نفس مجموعة ال (٦٤) رمزًا. وكما سنرى فى الفصل التالى، يبدو أن الآى تشنج لغة تُستخدَم فى "مكتبة المخ" (شفرة المخ) بينما تُستخدم الشفرة الوراثية فى "مكتبة الجينات" (شفرة الحياة).

ومن هنا فإن مكعب آى جين توحيد بين المكتبتين. واستخدام نفس مجموعة الرموز يشير إلى أن هاتين المكتبتين تربطهما صلة ما، وربما يتوافقان بما يشبه الصدفة. وبالنسبة للعقل الشرقى، قد تكون هذه الصلة هى أعظم التوافقات.

وبالعودة إلى سريان معلومات رسائل التشفير، بدءًا من خطوة التكاثر، عبر النسخ والترجمة، ثم أخيرًا إلى تركيب الإنزيمات عالية التقنية، نرى انتقالا من "النظام" إلى "الفوضى" ثم عودة إلى "النظام" من جديد، كما هو موضح فى الشكل التالى :

نظام ١	فوضى	نظام ٢
نسخ ← ترجمة*	← تقنية منخفضة	← تقنية عالية
(٦٤ كودونا)*	قالب	قالب (إنزيمات)

وهنا "نظام ١" هو السبب، و"نظام ٢" هو النتيجة أو الأثر. وبشكل من التباين، يبدو أن الآى تشنج يبدأ بفرز مجموعة مواقف اجتماعية ونفسية مختلطة (بالتركيز على عملية التنبؤ) ويصل إلى نتيجة على هيئة بنية سداسية ذات معنى واسع، يمكن جعلها أكثر حتمية (تنظيمًا) بقراءة مختارة للخطوط المتحركة أو السداسى الثانوى أو الخطوط المتحركة الأكثر احتمالاً :

نظام ٢ * فوضى نظام ١

* (٦٤)

خطوط متحركة ← بنى سداسية * ← حالات نفسية ← ؟

لاحظ أن اتجاه سريان المعلومات عكس سريانها المناظر فى حالة الشفرة الوراثية. ومرة أخرى فإن "نظام ٢" هو نتيجة، وعلامة الاستفهام أسفل "نظام ١" تمثل سؤالاً أو سببًا حتميًا. علاوة على ذلك فإن اتجاهى السريان "غير المتوازيين" بينهما علاقة تطابق، خلال منطقتى النجوم (*)، كما هو موضح. ويمكن العثور على حتمية السبب – النتيجة فى الرسمين البيانيين لكلا اتجاهى المعلومات. وما يختلف عن حتمية السبب – النتيجة الكلاسيكية، هو أنه فى كلا الاتجاهين تتدخل خطوة احتمالية أو عشوائية. ولاحظ أيضا أن كلا من الشفرة الوراثية والبنى السداسية يقع بين الفوضى والنظام. والبنى السداسية تعمل مثل شفرة عنق زجاجة لفرز الاختلاطات العشوائية، بينما تعمل الشفرة الوراثية على اختزال النظم العشوائية فى عملية تركيب البروتينات. ويمكن لعديد ببتيد عشوائى مشفر بواسطة نكليوتيدات ناقصة **oligonucleotides** أن يكون مختلطًا تمامًا أو غير منظم. ويتركب بروتين ما مرتفع التقنية مرتفع القالب من خلال التوصيل التراكبى بواسطة الرنا، محرر النص، للوصول إلى مرحلة "نظام ٢".

وربما فكر ج. ستينت أن "معانى الأعداد الطقسية" فى الآى تشنج قد استُنبطت بشكل كامل تقريبًا. ويبدو أن التشابه بين هاتين الشفرتين كامن فى توليفات وحداتهما الأساسية – وهى أربع قواعد نكليوتيدية وأربع بنى ثنائية. ويبدو أن اتجاه سريان

الاحتمالية والمعلوماتية يحدث فى اتجاهين متعاكسين. ولهذا السبب، فإنه من الأفضل إجراء المقارنة والاستنتاج بالربط بين مجموعتى الوحدات الأساسية. وبإضافة عنصر الأحماض الأمينية، كما وضحنا فى الفصل ١١، يمكننا إنشاء جدول مقارنة كما يلى :

بنية ثنائية	ين قديم	يانج جديد	ين قديم	يانج قديم
نكليوتيد	أ	س	ى (ث)	ج
حامض أمينى	كبير	صغير	كبير	صغير
	مستقطب	غير مستقطب	غير مستقطب	مستقطب
	أرجينين (٤+٢)	ألانين (٤)	أيزوليوسين	أسباراجين
	جلوتامين	سيستين	ليوسين (٤+٢)	أسباراتيك
	جلوتاماك	برولين (٤)	ميثايونين	جلايسين (٤)
	هستيدين	ثريونين (٤)	فينايل ألانين	سيرين (٤+٢)
	لايسين		فالين (٤)	
	تريبتوفين			
	تيروسين			
ع . هـ .	{١٦/٩}	{٧/٦}	{١}	{٧/٣}

وفى الجدول الموضح، تُصنَّف الأحماض الأمينية حسب الحجم؛ كبيرا أو صغيرا، وحسب الاستقطاب؛ مستقطب وغير مستقطب، مع الازدواجية الناتجة. وتُوضع علامة (٤) على كودونات التشفير المشترك أربع مرات، و(٤ + ٢) لكودونات التشفير المشترك ست مرات للتأكيد على أن أربعة منها موضوعة لمقارنة الكوبونات المترادفة. وتُوصف الأحماض الأمينية بشكل رئيسى بقاعدة نكليوتيدية وسطى - مثال لذلك، كودونات ى فى الوسط تشفر أيزليوسين، ليوسين، ميثايونين، فينايل ألانين وفالين الكبيرة غير المستقطبة.

لكن هذه هى المجموعة الوحيدة من الأحماض الأمينية التى لا استثناء فيها ؛ فكلها تُشفَّر بواسطة ى الوسطى. وفى المجموعات الأخرى توجد أحماض أمينية استثنائية وُضع خط تحتها. مثال لذلك، كودونان للأسباراجين والأسباراتيك وأربعة كودونات للسيرين ليس لها ج وسطى. ويمكننا القول أن ى هى قاعدة وسطى مهيمنة، و ج الأقل هيمنة. ويُعرَّف "عامل الهيمنة" (ع. هـ.) بأنه نسبة عدد الكودونات غير الاستثنائية إلى عدد الكودونات فى كل مجموعة، وهو موضح فى الأقواس الكبيرة تحت كل مجموعة. وترتيب "درجة الهيمنة" هذه تكون ى > س > أ > ج.

فلنتذكر أن احتمالات الحدوث للأرقام الطقسية الأربعة (لخطى ين ويانج) هى ١٦/٧ اللين الجديد، ١٦/٥ اليانج الجديد، ١٦/٣ لليانج القديم و١٦/١ للين القديم فى طريقة العصى (فصل ٦). وعند ترجمة ذلك تبعًا لتنسيق مكعب آى جين، يصبح ترتيب مقدار الاحتمالات ى > س > ج > أ.

ويبدو أن ترتيب تكرار حدوث الأحماض الأمينية يتبع نفس النمط، مع تلك الأحماض التى تُشفَّر بواسطة ى الوسطى (خاصة ليوسين) ذات التكرارات الأكبر. ويمكن الحصول على هذا الترتيب بفحص بيانات التتالى فى البروتينيات الأكثر محافظة، مثل البروتينات فى ميتوكوندريا الإنسان.

وتبدو عمليتا المقارنة الحكيمة التى وُصفَت توًا (البنى الثنائية، النكليوتيدات، النكليوتيدات – الأحماض الأمينية... إلخ) مُرضية أكثر من المقارنات الخاصة بالرباعيات المترادفة، وربما يعود ذلك إلى أن التكافؤ الرياضى التوليفى بين الشفرتين أكثر وضوحا عن نظيره الاحتمالى. ولا يمكن تجنب الالتفات إلى هذا التكافؤ طالما تستخدم الشفرتان نفس الرقم (٤) للوحدات المعلوماتية، والتى تعتبر أيضًا ثنائية بشكل أساسى. والحقيقة غير المتوقعة إلى حد ما هى أن سماتهما العامة تحتوى أيضًا على احتمال أعلى للحدوث بالنسبة للبنى الثنائية "الجديدة" (أو البريميدينات) مقارنة بتلك الخاصة بالأخرى "القديمة" (البيورينات).

وتقع الكودونات ذات القاعدة الوسطى ى على ما أطلقنا عليه مستوى ٢ ى (الفصل ١٢) لمكعب آى جين. وتحدد هذه الكودونات على هذا المستوى على وجه

الحصر الأحماض الأمينية الكبيرة غير المستقطبة، كما أوضحنا سلفًا. ونلاحظ أيضاً أنه فى المتسوى ٢ س لا تعتمد الأحماض الأمينية التى تُشفَّر على القاعدة الثالثة فى كودوناتها: أ س ص (ثريونين) و س س ص (برولين)، ى س ص (سيرين) و ج س ص (ألانين)، حيث ص يمكن أن تكون أية قاعدة. وهذا هو المستوى الوحيد؛ حيث لا تلعب قاعدة التشفير الثالثة أى دور فى تحديد الأحماض الأمينية التى تُشفَّر، إنها تملأ فجوة فقط. ويمثل هذان المستويان مثال تطبيق مكعب أى جين بطريقة كمية. وهناك "أعمال بارعة" أخرى فى أى طاو (قواعد مختارة تتحكم فى الخطوط المتحركة، والبنى السداسية الثانوية التنبؤية، والخطوط المتحركة الأكثر احتمالاً،... إلخ) لا نظير لها فى الشفرة الوراثية أو تتاليات الجينات. ومازالت البيولوجيا الجزيئية تعتمد بشكل كبير على مدخل الهندسة الجزيئية، وتظل "الرياضة التوليفية الجزيئية" مجالاً للاستكشافات بشكل أوسع.

الفصل الخامس عشر

علم النفس - ذروة البيولوجيا

ظل علماء الفيزياء، بمن فيهم علماء البيولوجيا الجزيئية، يشعرون مدة طويلة بالإحباط بسبب قلة التقدم فى عملية التوصل إلى مبدأ أساسى، أو حتى مبدأ جزئى، يتحكم فى تأدية المخ لوظائفه. ويمكن وضع مقاييس فيزيائية بحيث تتيح بعض البيانات الإشارية التى قد تكون أو لا تكون ذات مغزى، وتعتبر البيانات الدالة على إطلاق مواد كيميائية أو نبضات كهربائية أو تموجات مجال مغناطيسى أمثلة على ذلك. وقد يكون للإشارات بعض الخواص المرئية التى تعد مظهراً لأنشطة الخلايا العصبية أو أنواع أخرى من الآليات، لكن خلايا المخ والخلايا العصبية ما زالت تتحدى القياس الفيزيائى كلما ارتبط الأمر بوظائفها. ولعلماء علم النفس مداخلهم التى قد لا يقبلها علماء الفيزياء، ومثال لذلك التحليل النفسى، الذى يعتبره علماء البيولوجيا الجزيئية مجرد تقنية فى العلاج النفسى، وليس هو "العلم الجديد" الذى أعلن عنه سجموند فرويد.

وتميل المقالات حول التحليل النفسى إلى معالجة الموضوعات المثيرة. وقد قُبلت نظرية فرويد حول النشاط الجنسى فى الطفولة، كعامل أساسى فى اللاوعى، بسرعة من الجمهور الباحث عن الإثارة. ويُعتبر علماء التحليل النفسى، إلى حد ما، مؤرخين، إلا أن المؤرخين عادة لا يحاولون التنظير.

وهناك مشكلة أخرى فيما يخص علم النفس تتمثل فى أن كثيراً من النظريات تحاول تأسيس نفسها على أساس مشابهات علمية عفى عليها الزمن. ومن الأمور المتناقضة أن تجد نظريات فى علم النفس تعتمد على الفيزياء الكلاسيكية النيوتونية التى يمكن تفسيرها بالهندسة الإقليدية، والتشديد على الموضوعية،

وحتمية (السبب / النتيجة) والنظرية الذرية (وذلك بافتراض أن الخواص الكلية هى محصلة لعناصرها الأساسية) ذلك فى الوقت الذى انقلبت الفيزياء على نفسها، وأصبحت أكثر وعياً بتوجهاتها، وخاضعة للاحتمالية وتعدد الأبعاد.

لكن المشكلة الكبرى لعلم النفس ظلت كما هى؛ فمن أين يأتى الوعى والغريزة والتجريد؟ ويبدو أن العلماء فى الوقت الراهن يعتقدون أنها تصدر عن المخ، والذى يحتوى على "مكتبة مخية" تختلف عن "مكتبة الجينات" للدنا (انظر كتاب كارل ساجان "الكون"، مثلاً). ولكن، هل يمكن أن توجد الحياة أصلاً بدون توجيه أساسى من وعى ما؟ يرى فريد هويل فى هذه المسألة أن الأحداث العَرَضية لا يمكنها بأى شكل ترتيب حتى سلسلة بروتين "قصير"، من ٢٠٠ حامض أمينى مثلاً، يتم تنسيقها بشكل عشوائى للحصول على تتالٍ صحيح. ويؤكد ضرورة وجود نوع من العوامل التى تتضمن الوعى، وليس بالضرورة وعياً صادراً منا أو من جزيئات البروتين بل قد يكون من "إله" ما. ولقد أوضحنا أن الاستبعاد الشديد لإمكانية حدوث تتالى صحيح لحامض أمينى، قد يكون أمراً مبالغاً فيه؛ حيث إن تكوّن بنية من الدرجة الثالثة (على شكل قالب فج ذو تقنية منخفضة) هو الأرجح. ومع ذلك، يظل تكوين هذا الشكل فى حاجة إلى طريقة مختصرة بالغة الفعالية لكى يتكون بأقل طاقة ممكنة (أو بالتالى فى حاجة إلى أعلى احتمالية)، والطرق المختصرة يتم توجيهها نموذجياً بواسطة الوعى. ويبدو من غير الضرورى افتراض إله وراء ذلك. وقد يكون الوعى، "المتغير الخفى" للحياة، مختفياً أيضاً فى الجزيئات الحية نفسها، أى فى البروتينات والأحماض النووية. وقبل تكوين بروتين ما، تكون الأحماض الأمينية كل على حدة هى عناصر الحياة، لكنها ليست الحياة ذاتها. ويمكن بسهولة ملاحظة شكل الحياة بواسطة "عقل" واعٍ، لكن قد يكون من الصعب تماماً إعادة بنائها، مع توافر كل عناصرها الأساسية (تتالى القواعد والذرات إلخ).

ولكن لماذا، على أية حال، توجد "مكتبة مخ" منفصلة للوعى؟ يبدو مقبولاً القول بأنه يوجد فى المخ بعض الآليات التى تُظهر نفسها على هيئة نتائج واعية. وقد تكون هذه الآليات معتمدة على المسار ومعتمدة على الزمن، كما هو الحال فى بعض التفاعلات الكيميائية التى يبدو عليها أنها تتحدى آلية التفاعل العشوائى المعتادة. وقد يمكن اعتبار التغذية المرتدة feedback والتذبذب الكيميائى و "الدورات المفرطة hypercycles"

التى تتوالد ذاتيًا، أمثلة على تلك الآليات الواعية. وتعتبر التغذية المرتدة البيولوجية آلية شائعة تتيح للمواد الكيميائية فى السلسلة التفاعلية أن تعزل نفسها عن التفاعل. والمادة التى تنتج من الخطوة الأولى للتفاعل أ ←—— ب ، قد يقوم منتج م بدور الكابح (حفّاز سلبى) ليقطع الطريق أمام خطوة البدء هذه :

أ ——► ||م ——► ب ——► ج ——► ... ——► م

حيث الرمز || يعنى أن التفاعل أ ——► ب قد أُعيق بوجود م. والتغذية المرتدة هى أبسط آلية يبدو أن لديها "عقلها" الخاص أو أنها أبسط شكل من أشكال "الذكاء الاصطناعى". وقد يكون هناك أيضًا نوع من التغذية المرتدة فى صناعة البروتين فى الشكل المشهور :

دنا ——► رنا ——► بروتين

وبمجرد توافر عمال البروتين لأداء وظيفة مفيدة، يعلن محرر النص (الرنا) فورًا مدى جدارتهم ويودع المعلومات فى بنك معلومات الدنا. وربما تكون هناك عملية تغذية مرتدة معقدة يتحكم فيها بروتين مهيمن يدّعى أنه البروتين "الأنفع". من جهة أخرى، قد تستطيع جزيئات الرنا أن تسهل الأمر بالنسبة للبروتين المهيمن بأن يسجل مميزاته (معلومات التتالى) من بنك المعلومات. وفى هذه العملية يبدو أن كل البوليمرات البيولوجية فى عمليتى النسخ والترجمة على نفس الدرجة من "الذكاء". ولإنجاز هذا التفاعل الذكى، يتعين على البوليمرات الثلاثة أن تعمل معًا فى اتساق. وقد يؤدى ذلك إلى ابتكار ما، وبمجرد رسوخ هذا النمط فى أفراد النوع (الذين تكيفوا معه) يقود إلى التطور.

ويقدم هذا التصور آلية بالغة التبسيط للوعى، ويعتبر نشاط التحفيز المعتاد بالإنزيمات هو العامل الرئيسى فيه. وليس من الضرورى استحداث نظرية جديدة، أو البحث عن متغير لامادىّ جديد. وهنا نجد "البنى الثنائية" الأربع الأساسية المؤثرة فى الحفز؛ حيث تتجه التفاعلات إلى الأمام وإلى الخلف (يانج وين)، وتتسارع أو تتباطأ (قديم أو جديد).

ومثلها مثل تفاعلات الحفز، يمكن أن نتوقع أن هذه التفاعلات قابلة للتطبيق على المنظومات غير العضوية، وهذه هى فى الواقع الحالة التى نواجهها هنا. وتوافرت أمثلة

فى بحث أجراه إيليا بريجوجين وزملاؤه على الترتيب الذاتى والتذبذب الكيميائى. ودرس مانفريد إيجن الدورات المفرطة الحفازة ذاتية التوالد لدى عديد الببتيدات وعديد النكليوتيدات. وهذه الأمثلة عالية التقنية، ولن ندخل فى تفاصيلها هنا، ويكفى أن نقول إن البوليمرات البيولوجية حاملة المعلومات مع أنشطة الحفز المتناسقة تشكل الآلية الرئيسية التى تتجلى على هيئة وعى، وهذا هو التفاعل "الواعى" الذى تعتمد عليه الحياة.

ويمكن لتفاعلات الوعى أن تحدث أيضًا فى مكتبة الجينات، على مستوى الخلية. ويؤدى الاختلاف بين الخلايا (الناتج عن تقسيم أو توزيع العمل) إلى خلايا مخ متخصصة "تنظّم" تفاعلات الوعى، ويتسارع سباق التطور كلما تشعبت تفاعلات الوعى فى خلايا المخ لتشكيل شبكات تفاعل معقدة. وتفرع مسارات التفاعل يماثل العمليات "المتوازية" عالية الفعالية فى أجهزة الكمبيوتر، وهى الآلية الرئيسية لتنظيم تفاعلات الوعى. والأمر مجرد اختلاف فى الدرجة التى تصل إليها تفاعلات الوعى فى كلا "المكتبتين": تفاعلات أسرع وأكثر تعقدًا تحدث فى خلايا المخ. ويجعل التطور والتخصص خلايا المخ "نزّاعة إلى السيطرة" بدرجة كبيرة: وتشكّل الخلايا العصبية شبكة مراقبة، وتتولى تدريجيًا إدارة كل عمليات المعلومات واتخاذ القرار. ويمكننا ملاحظة أن المكتبتين تُصنفان تبعًا لوظائفهما، لكنهما موجودتان معًا فى كل الخلايا. وللخلايا فى أى جسم حى نفس الجينات التى تؤدى وظيفتى تخزين ومعالجة المعلومات، وفى خلايا المخ تعتبر معالجة المعلومات هى المهمة المسيطرة.

وفى كتاب نُشر عام ١٩٨١ بعنوان "علم جديد للحياة"، قدّم روبرت شيلدريك "فرضية السببية التوليدية formative causation"، ويعالج المؤلف فى هذا الكتاب أشكال وغرائز الكائنات الحية. وتؤكد فرضيته أن شكل الكائنات الحية وتطورها وسلوكها تتحدد بمجالات محددة مثل تلك التى لم نتعرّف عليها بعد بواسطة أى علم. ويطلق على هذه المجالات "المجالات التخلقية morphogenetic fields" والتى اكتسبت قوالبها من شكل وسلوك الكائنات الحية القديمة من نوعها من خلال علاقات سببية عبر كل من الزمان والمكان. ويتم تخطى مشكلة كيفية تخلق أول شكل تحت الفحص؛ لأنها مشكلة ميتافيزيقية تقع خارج نطاق هذه الفرضية، لكن النظرية تقيم علاقات سببية محددة بين

الأشكال البيولوجية والفيزياء الكمية. ويمكن حساب أكثر أشكال التوازن للذرات والجزيئات الصغيرة بواسطة ميكانيكا الكم. وبالنسبة للبوليمرات الأكثر تعقداً تعتبر الحسابات بواسطة نوع تقريبى من ميكانيكا الكم مهمة رهيبة، ومشكوك فى نتائجها. وبالنسبة لبروتين فى بنيته الأولية والثانوية وبنيته من الدرجة الثالثة، فحتى عد التتالى الصحيح لحامض أمينى يعتبر أمراً بالغ الصعوبة، فما بالك بحساب تفاعلات على هيئة زوجية بين الذرات فى كل وحدات هذا البروتين واستنتاج الطاقة الدنيا للتكوين الشامل للبنية. وبطريقة ما تتيح عادة تخلق الكائنات الحية أو الجزيئات وصولها إلى الطاقة الدنيا للتكوين الشامل بسلوك قليل من الطرق المختصرة فقط يقودها فى ذلك المجال التخلقى. ويبدو أن اتجاه هذه المجالات يكون "من الخارج إلى الداخل"، فيما يبدو، متعارضاً مع النظرية الذرية التى تعمل دائماً من الداخل إلى الخارج. بذلك يشكل الجسم الحى شكل الكائن الذى ينتمى إليه، كائن يحدد شكل خلاياه، وخلية تحدد طريقة تعبئة ما يخصها من الدنا والبروتينات، وهكذا.

وقد أصاب شيلدريك موضعاً مهماً فى النظرية الذرية وميكانيكا الكم؛ حيث أدى افتراض كتلة نقطية أو كرة للذرات إلى شكل للبروتين بالغ التعقيد بحيث لا يمكن وصفه بالهندسة الإقليدية فى الأبعاد الثلاثة. ومن ناحية أخرى، إذا أمكن استبدال مجالى التكوّن التشكّلى والتخلّق فى فرضيته بالتفاعل الديناميكى وتفاعلات الحفز، سيبدو تفسير الظاهرة الفيزيائية والبيولوجية والسلوك معقولا بدرجة مماثلة. وقد تكون "عادة" مجال التخلق مجرد مسار تفاعلى مألوف، والعادات الجديدة أو المكتسبة تكون على درجة من الابتكار قد تفسر حتى تطور الشكل الأول.

ولكن كيف حدث المسار المبكر لأول تفاعل؟ مرة أخرى قد يكون من ثلاثية الدنا – الرنا – البروتين. ومفتاح السر هو التعاون؛ حيث يؤدى التعاون والانسجام بين الأحماض النووية والبروتينات إلى تفاعل واع، ويؤدى ذلك إلى ظهور الحياة. وكما يقول المثل الصينى: "ثلاثة رءوس جلدية قذرة تصبح شو – كى ليانج". وقد كان شو كى استراتيجى بارع ذو سلطة عالية، وكان مسئولاً عن تثبيت سلطة أحد الأقاليم الثلاثة المتحاربة بعد نهاية حكم أسرة هان. وقد لا تكون الأحماض النووية والبروتينات المفردة ذكية فى حد ذاتها بما يكفى، لكن تعاونها المتبادل بشكل تلقائى يجعلها أكثر ذكاء.

والتعاون موجود أيضًا على مستوى ما بين – الجزيئات، كما توضح "ظاهرة التعاون" فى كثير من الحسابات الإحصائية الميكانيكية لتغير بنية الملف اللولبى فى الأحماض الأمينية والبروتينات. وإذا نحن ارتفعنا درجة واحدة فى هذا المجال نجد أن التعاون على مستوى ما بين الخلايا مفيد أيضًا للبقاء المشترك. ومثال لذلك، يمكن لعدد من الأميبا ذات الخلية الواحدة أن تتجمع على هيئة خطية لكى تعبر عائقًا، ولا تحتاج سوى الانفصال عن بعضها بعضًا بمجرد انتهاء المهمة. وقد يؤدى تجمع عدد من الأميبا أيضا إلى كائن أكثر "ديمومة" يتسم بمزيد من التركيب وينمو نحو تركيب أعلى كقالب غروى. والتعاون ما بين الخلوى بالنسبة للخلايا المتشابهة لدى الكائن متعدد الخلايا والأجناس أمر مألوف لدينا. فكما ناقشنا الشفرة الوراثية فى الفصل ١٠، تكون خلية الكائن سوية النوى تركيبا من المحتمل أنه ناتج عن خلايا مندمجة. ويعتبر التعاون نوعًا من الإستراتيجية الممتازة للبقاء حتى إنه يحافَظ عليه بشكل يتسم بالحكمة لدى كل أشكال ومستويات الحياة وتشيع ممارسته حتى فى العائلات والمجتمعات والبلاد (مثل اليابان).

ويتضمن "الشكل"، كما وصفه شيلدريك، حجمه وهيئته الخارجيتين، وكذلك بنيته الداخلية. وحسب فرضيته، يتم إنتاج الشكل بواسطة شكل آخر أكبر كما يحدث بواسطة أشكال أقدم. مثال لذلك، يمكن تمييز شكلى الغوريلا والإنسان بمجرد النظر بعين ذات ذكاء كاف أو وعى، لكن شكل قلب الغوريلا لا يمكن تمييزه بسهولة عن قلب بشرى. والفرق فى التتالى فى الدنا أو البروتينات لدى الغوريلا والإنسان أقل من ١ فى المائة بعد تحليل دقيق. والأكثر صعوبة معرفة الفرق بين الخلايا ذات الوظيفة المتماثلة لدى أنواع مختلفة من الكائنات، ولكن يمكن بسهولة التمييز بين الخلايا ذات الوظائف المختلفة. وبهذا المعنى، تحدد الوظائف شكل الخلايا، فخلية العضلة تكون ليفية، وخلية السائل المنوى لها ذيل لتكون قادرة على الحركة، ولخلية المخ شكل النجمة التى يتشعب عنها كثير من الأفرع. تتوافق هذه الأشكال المختلفة مع الوظائف المختلفة : تنقل خلايا العضلة الطاقة الميكانيكية، الذيول فى خلايا السائل المنوى من أجل فعالية الحركة فى الموائع، والأفرع فى خلايا المخ لتسهيل التفاعلات المتوازية. ويمكننا القول، فى المرحلة الراهنة من المعرفة، إن الأفرع تعتبر أيضًا وسيلة لهذه التفاعلات، وأنه يمكن رصد

إشارات التفاعل (اللون، ارتفاع درجة الحرارة، النبضات الكهربائية،... إلخ) عبر هذه الأفرع، ولكن لا يمكننا تعيين كل الجزيئات المانحة والقابلة، فى هذه الإشارات.

ويمكننا القول إن عملية "التحليل" تحدث بشكل رئيسى فى الجانب الأيسر من المخ، وتحدث التفاعلات الكلامية والعاطفية فى الجانب الأيمن. ويمكننا أيضاً ملاحظة أنه فى الطبقة السفلية من المخ، تعبّر "جذور" أكثر بدائية عن نفسها كرغبة فى الجنس، والهيمنة والطاعة العمياء للقادة. ويعتبر هذا التقسيم إلى أجزاء فى المخ دليل فى الواقع على التخصص القديم أو تقسيم العمل. وحتى بين الخلايا فى نفس المخ، هناك البعض المتخصص فى العمل التحليلى، وتتخصص خلايا أخرى فى العاطفة والرغبة الحيوانية. وتنقل الخلايا العصبية أو أفرع الخلايا العصبية المختلفة أنواع مختلفة من الرسائل.

لكن هذه التفاصيل لا تعوقنا عن وضع النظريات. وما نهتم به عادة هو نتيجة التفاعلات المنسجمة والمتعاونة، ويمكن التعبير عن هذه النتائج فى نطاقات مختلفة: نعم ولا، جيد وسيئ، جميل وقبيح، ين ويانج،... إلخ. والقابلية على إجراء هذا النوع من التصنيف العام مبرمجة فى الجينات؛ لذلك فإن الطفل حديث الولادة تكون ردود فعله إيجابية لوجه أم مبتسمة وسلبية تجاه قناع قبيح بشكل وجه يبكى. وللتمييز بين غوريلا وإنسان تكفى نظرة سريعة على مظهرهما الخارجيين، ويظل المظهر أمر أكثر سطحية من "الهيئة" أو "الشكل"، وللوصول إلى هذا التمييز، تعتبر النظرية الذرية والهندسة تقنيتين غير ملائمتين ولا فائدة منهما أحيانا. وبالنسبة للمعالجة الإحصائية فإن تعيين الهوية أمر تم تحديده مسبقًا، وفورًا يمكن الرمز للغوريلا والإنسان بالرمزين غ و ن أو ١ و ٢ . ولا يحتاج إثبات هذه الهوية سوى بضع سمات: مثل الشعر والفك والوزن واللغة التى تعتبر معلومات مهمة تصبح على هيئة "بتات"، والصفات (أو النطاقات) مثل غنى أو فقير، جيد أو سيئ غير مهمة أو لا دلالة لها البتة؛ لأننا لسنا متأكدين من أن البشر أفضل من الغوريلا، أو أن العكس هو الصحيح. وبشكل مماثل، فى حالة تخمين ما كان يخفيه كارل ساجان فى يده، كما رأينا فى أحد حلقات مسلسله التلفزيونى "الكون"، لا معنى لأن نخمن ما إذا كان ما يخفيه فيلا أو شجرة عيد ميلاد. فعدد "التخمينات الذكية" محدود، وإذا كانت تلك التخمينات على درجة كافية من الذكاء فقد يكون عددها ضئيل جداً.

وفى علم المنهج فى الآى تشنج يُفترَض أن عدد هذه التخمينات ست - وهى الخطوط الستة فى عملية التنبؤ.

ويقودنا ذلك إلى تأملات أحد علماء علم النفس فيما يخص الآى تشنج. لا تهمنا هنا نظريات علم وظائف الأعضاء، لكن تهمنا أفكار ك. ج. يونج[٣٧]، الذى ظل تابعًا بعض الوقت لفرويد، والذى قضى وقتًا طويلاً فى دراسة الآى تشنج فى السنوات التالية من عمره. وللأسف لا يمكن العثور على كثير من تسجيلات تجاربه مع الآى تشنج، سوى بضع تجارب مختصرة وردت تفاصيلها فى مقدمته لترجمة فيلهلم. وفى هذه المقدمة، يمكن تركيز الاهتمام على مناقشات يونج وتفسيراته للتنبؤات كما يلى: زلزلت الفيزياء الحديثة (يقصد هنا إدخال العناصر الاحتمالية فى ميكانيكا الكم والفيزياء الإحصائية) بديهيات السببية من جذورها. وفى الوقت نفسه، شككت التفسيرات الاحتمالية فى صميم مفهوم الهوية المفردة. وبينما اتضح أن هذه التطورات مزعجة إلى حد بعيد للعقل الغربى، "فيبدو أن العقل الصينى يهتم بشكل أساسى بالتوافق، وما يبجله الغربيون باعتباره سببية لا يلقى اهتماما عادة". ولا يلقى الصينيون اهتماما بالهويات الكاملة أو المثالية، إنهم يهتمون بالنوعيات الفريدة للأشياء ومراحل تطور الأحداث. وقد قدم لنا يونج مثالاً لبللورة ذات نظام سداسى بشكل عام، ولا يمكن العثور على هذا الشكل النمطى سوى فى البللورات المثالية فقط، ولا تتشابه فى الواقع بللورتان تمام التشابه. ولا تكون الكسف الثلجية متطابقة ولا تتوافق بصمتا شخصان. ومهما يحدث فى حدث ما وفى موقع ما، فإن ما يحدث ليس سوى خاصية مميزة لهذا الحدث والموقع، ولا يمكن إعادة إنتاج الأحداث الحقيقية.

وتقدم البيولوجيا المعاصرة تفسيرًا للاختلاف بين العقليتين الصينية والغربية: يختلف البشر عن الحيوانات الأخرى فى أن الإنسان تمكن من تطوير لغات، خاصة اللغات المكتوبة. ومن الواضح أن الكلمات الناتجة عن الحروف الصينية وتلك الناتجة عن الأبجدية الغربية مختلفة جدًا. ومعروف عن الحروف الصينية شكلها التصويرى، خاصة بالنسبة للكلمات التى ظهرت فى التاريخ المبكر. ولا يمكن التعبير عن التفكير المجرد بواسطة الصور. وقد ابتُكرت الحروف الصينية الحديثة بما يكاد يكون كلمة بكلمة. وفى هذا المجال تتمتع الأبجدية بميزة أكبر مقارنة بالرموز الصينية بالنسبة لنقل

(٣٧) (كارل جوستاف يونج (١٨٧٥ - ١٩٦١) : عالم نفس سويسرى، يعتبر أحد أعظم علماء النفس فى العصر الحديث - المترجم) .

المعلومات. ومن المثير أن نلاحظ أن نصف المخ الأيسر له وظيفة التعرف على الصور، لكن تبين أن اللغة الصينية أكثر اعتمادا على التعبير عن الأفكار المجردة منها عن التعبير عن الأفكار المتعينة. من ناحية أخرى، فإن الغربيين برموز لغتهم التوليفية الأكثر عددا يفضلون استخدام الصور الواقعية والهندسية لتساعدهم في تفكيرهم ـ وهى ممارسة غير متوقعة من هـؤلاء الذين يستخدمون نصف المخ الأيمن الكلامى.. لذلك يبدو أن الوظائف النفسية والمخية تعتمد على الثقافة، وقد يكون هذا هو أصل الاختلاف بين الصينين المهتمـين بالتوافـق والغربيـين المبجلين للسببيـة. وبالنسبة لفرد ما، قد يصل نصفا المخ إلى توازن فى وظائفهما ودور كل منهما فى عملية التفكير.

وكانت النقطة الثـانية التى أبرزها يونج ذات عـلاقة باستخدام الآى تشنج. وقد لا يكون الآى تشنج مقبولاً لدى العقل الواعى، لكن اللاوعى على الأقل يقابله فى منتصف الطريق. فالآى تشنج مرتبط تمامًا باللاوعى، وهو ملائم فقط للأشخاص عميقى التفكير والمتأملين وذوى المعرفة بذواتهم. ويبقى أن الآى تشنج كتاب يؤثر فى المشاعر تأثيراً قويًا حتى أنه يبدو أمام النظرة المتحاملة كما لو كان يتفحص شخصية الفرد وموقفه ودوافعه. وبمصطلحات لا ترتبط بعلم النفس يؤثر الآى تشنج بقوة على الروح ويتطلب بحثا عن الروح. وعندما يصل البحث عن الروح لدى الفرد والتنبؤات إلى حالة "رنين" (هذا المصطلح الفيزيائى من عندى) خلال عملية التنبؤ، تنشأ العلاقة بين الآى تشنج واللاوعى.

والنقطة الثالثة التى تناولها يونج تتعلق بالتحقق من دقة التنبؤات. ومن الأسئلة الأربعة التى ألقاها يونج على الآى تشنج، أُجيب عنها كلها بدرجة عالية من الدقة حتى أنه لو جـاءت هذه الإجابات من شـخص حى وليس من الآى تشنج، لتعيّن على عالم النفس يونج أن يعلن أن هذا الشخص يتمتع بعقل حصيف.

وفى الفصل السادس أوردنا خمسة أمثلة لدعم هذه النقطة الثالثة. واستحدثنا تقنية احتمالية للتوصل إلى إجابة محددة بالغـة الدقة، بدلاً من استخدام تحليل نفسى. وكلما كان الهدف هو استخراج إجابة ذات مغزى ، لن تختلف كثيرًا تقنية الاحتمالية عن التقنية النفسية، رغم نزوع علماء الفيزياء وغير العالمين إلى تفضيل الاحتمالية.

وتعتبر النقطة الأولى التى أثارها يونج، فيما يخص مبدأ الاحتمالية اللاسببية، مقبولة فعلا لدى علماء الفيزياء وعلماء البيولوجيا، وهى مقبولة أكثر بكثير فى وقتنا الراهن مقارنة بوقت كتابة يونج لمقدمته (١٩٤٩). وقد أطلق على هذا المبدأ "التزامنية synchronicity : قاعدة ترابط غير سببى". والتزامن هو "توافق فى الزمن بين حادثتين أو أكثر لا ارتباط بينها ويكون لها نفس المعنى أو معنى مشابه". والتوافق ناتج عن "الرنين" فى النقطة الثانية عاليه.

ونحن نرغب فى تغيير عبارة "الأحداث غير المترابطة" فى تعريف يونج إلى "الأحداث التى تبدو غير مترابطة"، فالأحداث غير المترابطة تقع فقط فى المنظومات المثالية المعزولة. وليس من المعلوم أن هذه المنظومات توجد فى هذا العالم أو هذا الكون. وانتقد كثير من العلماء وهم محقون فى ذلك، افتراض القانون الثانى فى الديناميكا الحرارية (قانون الإنتروبيا[٣٨]) فى المنظومات الحقيقية، خاصة المنظومات البيولوجية. ويقرر هذا القانون أنه فى منظومة معزولة، أى تلك التى لا تتبادل طاقة أو مادة مع البيئة المحيطة بها، تزداد الإنتروبيا الكلية تلقائيًا. وبتعبير بسيط، يعنى ذلك أن الإنتروبيا تزداد مع الزمن، وينتج عن ذلك عدم إمكانية التوصل إلى نظام من خلال الفوضى فى المنظومات الفيزيائية المعزولة. لكن الحياة أو المنظومات البيولوجية هى على وجه الدقة نتيجة النظام الناتج عن الفوضى، وقاد ذلك بعض العلماء إلى الاعتقاد بضرورة وجود إله أسمى يمكنه عكس اتجاه سهم الزمن. ومع ذلك فإن المنظومات البيولوجية لا يمكن أبدًا اعتبارها منظومات معزولة ؛ حيث يمكن أن تقع فيها أحداث غير مترابطة. وقد تكون الأحداث مرتبطة بعلاقات متبادلة لم تُرصَد بعد بالوسائل الفيزيائية، رغم تجلى نتائجها الفيزيائية.

ومسارات تفاعل الوعى هى تلك التى يمكن العثور عليها فى متاهة شبكات الخلايا العصبية، ويمكن للعقول الخلاقة أن تجد طرقًا مختصرة فى هذه المتاهة لتوصيل المعلومات المفيدة إلى الآخرين. ومن المحتمل أن موتسارت قد اكتشف مجموعة من هذه

(٣٨) الإنتروبيا : عامل رياضى يعتبر مقياسًا للطاقة غير المستفاد منها فى نظام ديناميكى حرارى. وهى مقياس للفوضى والعشوائية فى نظام مغلق. وهى ميل افتراضى لجميع أنواع المادة والطاقة فى الكون نحو حالة من التوحد الهامد – المترجم .

الطرق المختصرة فى شبابه، والانسجام والجمال فى موسيقاه تجلٍّ فيزيائى على هيئة صوت، وقد سُجلت خرائط هذه المسارات فى "مكتبة مخه"، والمسارات المسجلة هى الطرق المختصرة التى توصل إليها حتى يستطيع التعبير عن المعلومات الموسيقية وتبسيطها خلال الفترة القصيرة التى عاشها، وكانت غنية بالثمار. وتماما كما يؤثر نمط التفاعل على نمط شكل خلايا المخ، تؤثر المعلومات فى "مكتبة الجينات" أيضًا على تلك المعلومات فى "مكتبة المخ". والفكرة الأساسية المحتومة للتآلف والجمال فى مخارج مكتبة المخ، أى الموسيقى، موروثة فى مكتبة جينات تتاليات قواعد الدنا.

حقًا الأمر كما وجده العالم سوسومو أوهنو من كاليفورنيا، عندما خصص نغمات موسيقية بسيطة لقواعد الدنا ("دو" للقاعدة س، "ريه" و"مى" للقاعدة أ، "فا" و"صول" للقاعدة ج و"لا" و"تى"[٣٩] للقاعدة ث)، وتم توليد موسيقى مشابهة لموسيقى باخ من الجينات الأولية، وموسيقى تشبه موسيقى شوبان من الجينات التى تطورت حديثًا.

والجمال واضح أيضًا فى نموذج اللولب المزدوج للدنا. وكما اتضح لواطسون وكريك، عندما توصلا للمرة الأولى إلى نجاحهما الباهر، أن النموذج على درجة عالية من الجمال مما يؤكد أنه هو النموذج الصحيح. والجمال هو الحياة المنسجمة والبناءة. وتم استنتاج نموذجى اللولب المزدوج، ولولب ألفا الذى اكتشفه بولينج للبروتين من طريق مختصرة يطلق عليها اسم الهندسة، وأتاحت النظرية الكمية وتجارب الأشعة السينية ملاحظات أولية فقط أو مجرد حدس حافز.

وتوجد الشفرة الوراثية عبر مسار تركيب البروتين، حيث تنتهى الحتمية وتبدأ السمة الاحتمالية. ويعتبر قالب التفاعل فى خطوات التناسخ واستخراج نسخ جديدة هو المسئول عن الحتمية، وفى خطوة الترجمة يبدأ تفاعل الشفرة فى التنوع، وتكون النتيجة شفرة مشتركة بكودونات مترادفة للأحماض الأمينية. وعبر نطاق آخر من تتالى

(٣٩) النغمة تى ti : هى النغمة السابعة فى السلم الدياتونى فى الصلفجة، أى تطبيق المقاطع الصولفاوية على سلم موسيقى أو لحن (موسيقى) - المترجم .

القواعد، ترتدى المعلومات القاعدية أيضًا سمة احتمالية. وتعتبر الكودونات هى قواعد (السبب - النتيجة) فى نقل المعلومات فى مكتبة الجينات. وتزاوج واطسون وكريك والشفرة الوراثية هما "بطاقات الفهرست" فى هذه المكتبة.

ويبدو أن هناك فى مكتبة المخ مجموعة أخرى من القواعد نافذة المفعول. وتأتى آلية السبب النتيجة على هيئة توافق أو تزامن وتعمل عبر كلٍّ من المكان والزمان. وليس التوافق حادثة نادرة لأن الحياة نفسها قد تكون توافقا. وعلى كل حال، فإنه لكى نبحث عن التوافق (مرجع متبادل عبر السجلات) فى مكتبة المخ، لا تكفى بطاقات الفهرست. ويحتاج الأمر إلى أداة بحث أكثر تطورا بكثير لاستخراج مرجع متبادل فى السجلات المختزنة فى الذاكرة. وقد يكون الآى تشنج هو المثال الأول لهذه الأداة. ويمكن التقاط لقطة للتوافق (الحالة اللحظية للعقل) فى عملية التنبؤ وتسجيلها على هيئة أرقام طقسية للبنية السداسية (شفرة المخ). والتآلف والتعاون هما القاعدتان الأساسيتان فى كلا المكتبتين. فهما القاعدتان اللتان تُظهران الوعى وتحافظان على الجزيئات البيولوجية والكائنات الحية والأنواع الحية.

وقد قدّمنا التشابهات المبهرة بين الآى تشنج والرياضيات، خاصة مع نظرية الأرقام ونظرية الاحتمالات، وهاتان النظريتان ليستا ضمن العلوم الفيزيائية نظرًا لعدم الاستشهاد بعناصر فيزيائية أساسية (ذرات)، وبعيدًا عن كونهما لا تنتميان إلى العلم، فإنهما تكملان العلوم الفيزيائية وتخدمانها، بما فى ذلك علم الأعصاب الحديث. وبالإضافة إلى الجمال الرياضى، ينقل الآى تشنج أيضًا القواعد البيولوجية الأساسية للتآلف والتعاون الذى يظهر على هيئة تفاعلات حفازة، والعدد المحدود للطرق المختصرة لمسارات التفاعل، والتزامنية وتقسيم العمل فى الخلايا. وقد يندمج علم النفس بهذه القواعد أخيرًا فى البيولوجيا.

الفصل السادس عشر

نظرية احتمالات التوافق

يأتى تطبيق نظرية الكمّ على الجزيئات البيولوجية المهمة على شكل حساب للخواص الجزيئية، كما هو الأمر تماماً عند تطبيقها فى حساب خواص الجزيئيات غير البيولوجية أو حتى غير العضوية، لكن ذلك ما يزال فى نطاق كيمياء كمّ يعتبر ربطها فى الوقت الحالى بالأنشطة والوظائف البيولوجية بالغ الصعوبة. ويجب أن تكون النظرية الكمية للبيولوجيا، إذا أمكن تسميتها بهذا الاسم، قادرة على التنبؤ بهذه الوظائف. ويجب أن تشتمل أيضًا على الكيمياء الكمية كحالة خاصة. والطبيعة الاحتمالية لنظرية الكم، رغم قوتها البالغة على المستوى الذرى والمستوى الجزيئى الصغير، لا تتيح حتى الآن إمكانية الاعتماد عليها واستخدامها فى تفاعلات الجاذبية. وإنها لمفارقة أن تفشل هذه النظرية فى هذين الطرفين لأكثر التفاعلات شيوعًا؛ تفاعل الجاذبية والتفاعل البيولوجى. ولكن بتحليل دقيق، لا يجب أن ننسى أن نظرية مفردة لا يُتوقع منها أن تلتزم بكل النطاقات، فى كل مجال من مجالات التفاعلات.

ولا يندر احتمال حدوث التطرفات والاستثناءات فى هذا الكون، بالعكس، كثيراً ما ينتقل الإنسان من مجال إلى آخر بدون أن يدرك أنه قد ذهب بعيداً فى عملية استنتاج تطورات محتملة الوقوع، لكنها غير ملحوظة. (لقد واجهتنا فى سنوات دراستنا الأولية قاعدة القسمة الاستثنائية: لا يجب أن تقسم رقمًا على صفر). وعلى أى حال، فإن التوسع إلى الحدود المتطرفة يعتبر طريقة مثيرة وقوية للتوصل إلى نطاق غير متوقع. وهناك مثال للتطرفات مثير للاهتمام يطلق عليه الظاهرة الحرجة وطور التحول فى الموائع، حيث تصبح "البُعدية dimensionality"(٤٠) متغير مهم. ولسوء الحظ لا يمكننا

(٤٠) (التشكل فى أبعاد معينة – المترجم) .

الاستفاضة فى نقاش طويل حول هذا الموضوع بدون الاستعانة بالرياضيات العويصة. وتعتبر نظريتا "الثقوب السوداء" و"الانفجار العظيم" نتيجة استكشاف الحدود المتطرفة. ولا يشبه الأمر مثال الظاهرة الحرجة، حيث يبدو فهم هاتين الفكرتين أكثر سهولة حتى لغير العلماء.

وتحدث الجزيئات البيولوجية توسعا فى أمكانية تطبيق كيمياء الكمّ. ومن جانب آخر يمكن الاستمرار فى تطوير نظرية كمّ للبيولوجيا إذا أمكن الاحتفاظ بالسمة الاحتمالية للنظرية، ولكن مع إغفال تفاصيلها المتعلقة بازدواجية التفاعلات الذرية على شكل الدالات الموجية (أو الأربطة المدارية). وفى عام ١٩٧٥ نشر فكتور ويسكويف مقالة فى مجلة "العلم" تحت عنوان "عن الذرات، والجبال والنجوم: دراسة فى الفيزياء الكيفية"، حاول خلالها تطبيق ميكانيكا الكم بهذه الطريقة على المنظومات الفيزيائية الكبيرة. وفى الفصل ١١ حول رياضيات الشفرة الوراثية، قدمنا مثلاً لمدخل كيفى إحصائى مماثل فيما يتعلق بمشاكل التخلل. وعلى كل حال فإن تطبيق نظرية التخلل وتحول الطور phase transition لا يجرى إلا على المنظومات غير الحية.

ويعتبر التخلل percolation[٤١] نسخة حديثة من تحول الطور؛ حيث يمكن إجراء محاكاة بالحاسب لأعداد ضخمة من "خلايا الرشح percolitis" باستخدام حساب شديد العسف. لكن عند اختيار منظومة أعداد كبيرة فهناك حدود لذاكرة الحاسب وسعته. والأقرب إلى التطبيق على الجزيئات البيولوجية هو ظاهرة تجلل[٤٢] الجزيئات البوليمرية. وكما هو الحال فى تحول الطور، عندما يحدث التجلل يصبح البوليمر القابل للذوبان، والموجود فى محلول، شبه صلب فجأة ويطلق عليه جيلاتين، ويشبه إلى حد بعيد الجيلاتين الموجود فى مطابخنا.

ويكون المتغير فى التجلل عادة هو التركيز أو درجة الحرارة (ينتج الجيلاتين عندما يبرد المحلول). ومثال آخر مألوف للتجلل هو تجلط الدم عند جرح الجلد. وتقدم نظرية

(٤١) (لاحظ علماء الكيمياء وجود تفاعلات تنشأ عنها تكوينات مثل الحلزونات فى أطباق الحساء الكيميائى. وبعد ذلك وُجدت أشكال مماثلة فى الصخور والمعادن ومستعمرات البكتيريا وحتى فى المجرات. فقاموا بتصميم نماذج تقريبية لهذه الظواهر الطبيعية. وضمن هذه الدراسات عمل نماذج شبكية لدراسة قدرة السوائل على الرشح أو التخلل percolation من خلال وسط يسمح بنفاذ السوائل، يكون على هيئة خلايا للرشح percolitis وقنوات متداخلة بين الخلايا بعضها مغلق والآخر مفتوح أمام مرور السائل. ثم تجرى تجارب محاكاة على الحاسب لمعرفة نتائج هذه الدراسة - المترجم) .

(٤٢) (التجلل gelation هو تحول المادة الغروية إلى جيلاتين - المترجم) .

الاحتمالات تفسيراً سهلاً ومثاليًا لظاهرة التجلل، وكذلك تفعل طريقة المحاكاة بالحاسب. والسمة الأكثر أهمية فى النظرية وفى "تجربة" الحاسب هى الاحتمال القريب من الصفر للجزيئات ذات الأحجام المحدودة (تلك المتبقية فى المحلول) وظهور جزىء جيلاتين ذى حجم "لا متناه". ويظهر الجل ذو الحجم بالغ الضخامة فى المحاكاة بالحاسب، كجزئ عملاق يملأ الحيز كله فى منظومة المحاكاة المطوقة بأربعة حدود (فى نظام البعدين) أو ستة حدود (فى الأبعاد الثلاثة). ويصبح احتمال العثور على هذا الجزىء أمر ممكن عند نقطة حرجة ويقترب من الواحد بسرعة. وبلغة أبسط، يكون ظهور الجيلاتين مؤكداً عادة (عندما يقترب الاحتمال من ١ صحيح) بعد هذه النقطة الحرجة، بينما احتمالات العثور على جزيئات أصغر تقترب من الصفر.

ويضغط كل الاحتمالات فى حادث مفرد، أى بجعلها تحدث بشكل مؤكد، قد يفسر آليات المنظومات البيولوجية. ويمكن تنحية التفاعلات الذرية التفصيلية (نظرية الكم) جانبًا، لكن السمة الاحتمالية لهذه التفاعلات تظل باقية. ويحتاج جزىء الجيلاتين إلى مساعدة من الجزيئات الأخرى، سيان برغبته أو رغم إرادته، حتى يصبح حجمه "لا متناه". ولزيادة احتمال النجاح لأحد العلماء، دعه يعتلى أكتاف بعض العمالقة، وحتى فى هذه الحالة قد لا يحرز مستوى النجاح الذى يطمح إليه. ومن ناحية أخرى، قد يصل جنرال فى الحرب، باعتلائه أكتاف جنوده وجثثهم، إلى النجاح فى وقت قصير. ويصل النمو الجزيئى التقليدى المنتظم للبوليمرات الخطية، إلى مستوى احتمال مماثل للعالِمْ المذكور آنفا، واحتمال التجلل يشبه مثال هذا البطل الحربى.

وإيجاد مثل هذا الاحتمال الصاعد إلى الذروة بحدة على حساب الآخرين، موروث من منظومة تشعب. فلا بد للبوليمرات أو المركبات غير المتبلمرة[٤٣] فى هذه المنظومة أن تمد فروعًا أو ترتبط بروابط تساهمية؛ حيث تتقلص التفاعلات الذرية التفصيلية إلى قرار بـ "نعم أو لا" – وجود أو عدم وجود رابطة كيميائية بين المركبات غير المتبلمرة، ويعتبر ذلك أيضًا نموذج بسيط لظهور نظام من فوضى، ويساهم فى الفوضى هنا الاحتمال القريب من الصفر لوجود الجزيئات القابلة للذوبان فى السوائل. ولتشعب مسارات التفاعل الكيميائى نفس التأثير، وهى المسؤولة عن وظائف (المعالجة المتوازية) فى المخ.

(٤٣) المركّب غير المتبلمر "monomer أى على غير هيئة البوليمر" هو مركب كيميائى مستقل الجزيئات – المترجم .

وليست المنظومات البيولوجية معزولة بجدران. لكن فى المقابل، تؤدى التفاعلات بين المنظومات المتشعبة المختلفة إلى إقامة علاقات متبادلة بين احتمالات الوصول إلى الذروة. ولم يتم التعرف بعد على هذه العلاقات المتبادلة؛ لذلك قد تبدو أحداث الذروة غير مترابطة. وبالنسبة للخلايا وما بين الخلايا يجب أن تكون العلاقات المتبادلة موجودة. وعند نشوء ارتباط متبادل واحد أو أكثر، يظهر التطابق، الذى يبدو على هيئة فيزيائية أو ميتافيزيقية. وتعتبر الذروة فى منظومة متشعبة هوائى يبث إشارات مستمرة ويبحث عن جمهور المشاهدين، والذين يستجيبون لهذا النداء يأتون ويتعاونون بشكل منسجم. والخلية هى تجمّع لهذه المنظومات المتشعبة، وترسل بشكل جماعى أيضًا إشارات للبحث عن التعاون مع الخلايا الأخرى. ويؤدى التعاون البيولوجى دائمًا إلى التوافق من أجل البقاء والتطور. وكما يقول مشهد السداسى الأول فى الآى تشنج، شين "الإنسان المتفوق يقوى نفسه بلا انقطاع"، والخلية هى إنسان متفوق.

والموضوع الرئيسى العام لمكتبة الجينات ومكتبة المخ هو التآلف والتعاون. وتعمل الخلية من خلال المكتبتين وتقوى نفسها (وتقوى الخلايا الأخرى) بلا انقطاع. ويسنّ الخلاق شيين (السماء) المبدأ، ويعطى الوهاب (الأرض) موضعًا للتحقق، ويتركان للناس التكيّف مع هذا العالم.

والمواضع الثلاثة للثنائيات فى البنية السداسية تشبه ثلاثية الدنا - الرنا - البروتين (الدنا كأرض، الرنا كسماء، والبروتين كبشر). والتآلف والتعاون والتكيّف الذى لا يتوقف مع البيئة أو التطور هى طاو الحياة.

إضافة إلى سمة التآلف تتصف مكتبة الجينات ومكتبة المخ بقوة التنبؤ. وحيث إن القدر مكتوب جزئيًا فى تتالى الدنا المتوارث، فإن معرفة الماضى تلقى ضوءًا على المستقبل. ولا يقتصر دور الجينوم الكامل على إمداد موتسارت ونيوتن وأينشتين بالمقومات الضرورية، لكنه قد يحمل أيضًا عيوبًا بالنسبة للأشخاص غير المحظوظين، ويمكن للقدر أن يتأثر أيضا بدافع التكيّف الذى لا يتوقف. وحيث أن سداسى الآى تشنج هو لقطة للتطابق الموجود فى مكتبة المخ، فإنه يمثل الحالة الراهنة للعقل، كما أنه يتيح تلميحات عن مسارات الأحداث فى المستقبل.

لقد تعلم كونفشيوس الطاو ومات سعيداً، وألّف موتسارت موسيقى عظيمة ومات جائعًا. ولدى البشر المختلفين دوافع مختلفة لتنشيط صفة معينة، حتى لو كان ثمن ذلك عدم توازن فى المظاهر الأخرى لحياتهم (الصحة والمهنة والثروة).

الكل هو الأجزاء والأجزاء هى كل. وتصف النظرية الكمية الكل كمجموع للأجزاء، فى العالمين ما تحت الذرى والذرى. و"دالات الموجات" فى النظرية الكمية هى الجذور التربيعية للاحتمالات. وفى منظومة معزولة غير حية، يعتبر الحد الأدنى للطاقة والاحتمال الأقصى مقياساً للحالة الأكثر احتمالا لهذه المنظومة. وتتصف النظرية الكمية، خاصة كيمياء الكم، بأنها من الداخل - إلى الخارج فى مواجهة قاعدة التآلف التى تتصف بانها من الخارج - إلى الداخل، وكلا القاعدتان مطلوبتان فى المنظومات الحية، ويمكن وصف القاعدتين بنظرية الاحتمالات، وحتمية السبب / النتيجة حالة خاصة من الاحتمالات. وبذلك، فإن النظام يُنتج من الفوضى، وينتج احتمال الذروة على حساب أحتمالات (القرب - من الصفر).

والذى ينقصنا الآن هو نظرية احتمالات التوافق لتفسير الارتباطات المتبادلة. وبدلاً من حالات الطاقة للذرات والأحجام الجزيئية فى البوليمرات، قد تختار احتمالات الارتباطات المتبادلة بالمفهوم البيولوجى مسارات التفاعل الكيميائى كنطاقات للمتغيرات العشوائية. ويجب أن تكون هذه التفاعلات قادرة على إيجاد ذروة حادة أو مسار أكثر احتمالاً من بين متاهة تفرعات التفاعل أو شبكاته.

هناك إله يلعب النرد. وعلاوة على ذلك، فحتى الكائنات الواعية تؤثر بزهر النرد لتجعله يكشف عن الغايات الأفضل. ولا يمكننا أن نحكم بأيهما يبدأ الأمر، بالوعى أو بإلقاء زهر النرد. لكن هذا اللغز حول "الدجاجة أولاً أم البيضة"، قد لا يمثل السؤال الصحيح؛ حيث من المؤكد أنه يمكننا الإجابة بأن الدجاجة فى الخارج والبيضة فى الداخل، ويمكننا القول بأن الوعى يوجد لأننا نوجد. مثال لذلك، خذ رسمين بيانيين يتكون كل منهما عشوائيًا من نقاط سوداء وأخرى بيضاء. بملاحظة كلا على حدة لن يظهر فى أى رسم أى إطار، ولكن عندما يتراكبان (أو نجعلهما يتفاعلان معًا)، قد نرى إطارا يمكن فهمه منهما معا، فالإطار يوجد لأننا نوجد. وقد أدى تطوران جديدان إلى مزيد من توضيح التفاعل والعلاقات المتبادلة والتشعب فى العمليات العشوائية، ويتعلقان بنظرية التوصيل الفائق والشبكات العصبية.

فى النظرية التقليدية، يظهر التوصيل الفائق فى المعادن الموصلة للكهرباء عندما تُبرَّد إلى ما يقترب من درجة حرارة الصفر المطلق فقط وتختفى مقاومتها الكهربائية فجأة. وأوضحت أعمال تجريبية حديثة على بعض المواد الخزفية المجهزة من عناصر أرضية نادرة، أنه يمكن اتصافها بالقدرة على التوصيل الفائق عند درجات حرارة ٩٠ كالفن أو أكثر من ذلك. وتعتبر نظرية "المتماسكات" (الموجات المتماسكة)(٤٤) هى النظرية الفعّالة للتوصيل الفائق. وتبعًا لهذه النظرية ترتبط إلكترونات التوصيل ارتباطًا متبادلاً على هيئة أزواج، وتتضخم ازدواجية الجسيم / الموجة فى النظرية الكمية مفضلة خواص الموجة، فى مواجهة الميكانيكا الكلاسيكية، التى تكون لها نزعة تفضيل الجسيمات. وتسمى ميكانيكا الكم أيضًا ميكانيكا الموجة؛ لأنها تهتم بالموجات الاحتمالية؛ لذلك فإن المتماسكات قد توجد فى درجات حرارة أشد ارتفاعًا من الصفر المطلق، على المستوى تحت الذرى أو على مقياس أكثر ارتفاعًا بكثير مثل مقياس (طول - الميل) وموجات المحيط المستمرة و "البقعة الحمراء" العملاقة الدائمة على كوكب المشترى.

(وبالصدفة، فإن هذا التمثيل السابق لما يُطلق عليه " التوصيل الفائق عند درجات الحرارة المرتفعة" هو نفسه الذى اقترحه علماء الفيزياء. ومن ناحية أخرى فإن علماء الكيمياء، الذين يطبقون نظرية الكم من الداخل إلى الخارج، يقترحون أنه عند درجات الحرارة المرتفعة هذه تتيح ثقوب فى سحب الإلكترونات للمادة الخزفية، ممرًا حرًا للإلكترونات الموصلة، فتُنتج خاصية التوصيل الفائق حينئذ. وفى الوقت الراهن، يحاول علماء الفيزياء والكيمياء إثارة الجدل حول أى النظريتين هى الصحيحة فى هذا المجال. والثقافات المختلفة موجودة حتى لدى العلماء. ويبدو أن نظرية المتماسكات التى وضعها علماء الفيزياء تعمل من الخارج إلى الداخل).

(٤٤) (المتماسكات solitons هى موجات متماسكة solitary waves مستقرة جدًا، تظهر فى حلول معادلات النماذج للظواهر غير الخطية. وكما يوضح المصطلح solitons ، الذى اشتُق فى ستينيات القرن الماضى، تتصرف هذه الموجات مثل الجسيمات. وعند جعلها متباعدة محليًا تكون كل منها تقريبًا عبارة عن موجة تنتقل بشكل وسرعة ثابتين. وكلما اقتربت موجتان من هذه الموجات تتشوهان تدريجيًا ثم تندمجان فى رزمة موجة واحدة. ومع ذلك تنقسم هذه الرزمة سريعا إلى موجتين متماسكتين لهما نفس الشكل والسرعة قبل الاصطدام - المترجم) .

ويوجد فى المخ أكثر من عشرة تريليونات (١٠ مرفوعة إلى الأس ١٠) خلية عصبية، ولكل منها ١٠٠٠٠ مشبك (نقاط التفرع أو نقاط الالتقاء مع الخلايا العصبية الأخرى). وعند محاكاة مثل هذه الشبكة العصبية بكل تفرعاتها ومتغيراتها الكثيرة، تعتبر المعالجة الحاسبية المتوازية فى الحاسب هى الخيار المثالى. وقبل ابتكار تجهيزات هذا النوع من الحاسبات كانت محاكاة الشبكة العصبية بأجهزة الحاسب العادية غير دقيقة، لكنها كانت ملائمة. وبالطبع فإنه لم يكن فى المستطاع، مع مثل هذا العدد الضخم من المسارات المحتملة، عمل نماذج بتريليونات من الحاسبات المتوازية أو حتى بالشرائح بالغة الصغر، لذلك فإن حسابات المحاكاة لجأت إلى الطرق المختصرة (أو "الإجراءات التجريبية"[٤٥] وهو ما يفعله المخ أيضًا). وكانت التجارب المبكرة تتضمن تعليم الشبكات العصبية كيفية عمل تتاليات الدنا، ثم يُطلب منها أن "تُعيد من جديد" معلوماتها. وبشكل ما تطلبت الشبكات استخداج ذكاء اصطناعى، وكانت قادرة على إنتاج تتال ذو دقة بلغت ٨٠ فى المائة – وهو ما يعتبر تحسينًا ضخمًا مقارنة بالقذف العشوائى للعملات (حيث الدقة المتوسطة ٥٠ فى المائة).

والمقوم الأساسى فى نظرية التوصيل الفائق هو العلاقات المتبادلة، التى تتمثل فى التشعب فى الشبكات العصبية (مع احتمالات متعددة المتغيرات multivariate probabilities)[٤٦]. ويبدو أن لكل منهما عقله أو استراتيجيته الخاصة.

وتتضمن نظرية الاحتمالات فى الآى تشنج أيضًا علاقات متبادلة ومتغيرات متعددة، كما أوضحنا سلفًا. والمدخل التجريبى فى الآى تشنج هو "تخميناته الذكية" الستة (الخطوط الستة فى التنبؤ) ويستقبل الوعى إجابات الآى تشنج كأنماط ذكية (والتى بسببها قد يصف يونج الآى تشنج بأنه "عقل راسخ")، وهو ما يشبه إلى درجة

(٤٥) الإجراءات التجريبية heuristics : هى إجراءات تستخدم طريقة المحاولة والخطأ أو البحث العشوائى لحل بعض المشكلات، حيث الحل الأفضل أو المناسب يُختار فى مراحل متتابعة من البرنامج لاستخدامه فى المرحلة أو الخطوة التالية – المترجم.

(٤٦) المتغيرة variate : تغيير عشوائى مع قيمة رقمية محددة – المترجم.

كبيرة مثال مجموعة النقاط العشوائية الذى قدمناه سلفًا، وتبدو مشورة الآى تشنج ذكية بسبب ذكاء الشخص الذى يلقى السؤال. وتوجد الأنماط لأننا موجودين. وبهذا المعنى قد يكون الآى تشنج أول جهاز للذكاء الاصطناعى. وقد تكون العلاقات المتبادلة متعددة المتغيرات فى المنظومة الحية (التشعب) أو العلاقات المتبادلة مع البيئة، أجزاء من نظرية احتمالات للتوافق.

الفصل السابع عشر

أنماط ونماذج

يصنع الباحثون النماذج الجزيئية، مثل نموذج ألفا اللولبى للبروتينات واللولب المزدوج للدنا، بالاستعانة بكتل تمثّل وحدات ذرية مفردة، كأنها لعب أطفال. وتُوصلُ الوحدات الذرية ذات الأحجام والأشكال المحددة ببعضها بعضًا بأطوال معروفة للروابط وزوايا روابط معروفة أيضا. وهذا مدخل هندسى و"من الداخل - إلى الخارج". ومن ناحية أخرى، تُستنتج الأنماط من خلال الملاحظة التجريبية للظاهرة الطبيعية، ومن الواضح أنها تكون "من الخارج - إلى الداخل". ويمكن تمثيل الأنماط هندسيًا، لكن يمكن تمثيلها أيضًا بطرق أخرى، بالأرقام مثلاً. ومثال النقاط العشوائية فى الفصل السابق يعتبر نمطًا هندسيًا. وفى هذا الفصل الأخير، نقدم مثالاً للنمط الرقمى.

وتعتبر نظرية الأرقام، التى تتعامل مع خواص الأرقام، أقرب شىء إلى الرياضيات "النوعية". وهى على درجة عالية من نقاء الشكل الرياضى حتى أن جودفرى هاردى اعتذر عن "عدم جدواها" فى كتابه الشهير "اعتذار عالم رياضيات". وفيما يعتبر مفارقة، تقدم نظرية الأرقام أيضا المفاهيم الأكثر تقبلاً لدى غير علماء الرياضيات. وتظهر هذه المفاهيم النوعية "كأرقام مفضلة" أو "الرقم ١٣ المعبر عن سوء الحظ" بالنسبة للأشخاص الذين يؤمنون بالعدادة[٤٧]. وفى نظرية الأرقام، تخصص الصفة الأكثر جوهرية فى الأرقام ل "الوتر" أو "الشفع" - التى تُترجم بالطبع كيانج وين فى الآى تشنج. وبعد التخصيص ب "الوتر" أو "الشفع" يأتى التصنيف الرباعى: وحدات الرباعى ٠، ١، ٢، ٣، وهى أيضًا البقايا الأربع المحتملة عند قسمة الأرقام الطبيعية

(٤٧) العِدادة numerology : دراسة معانى الأعداد السحرية أو التنجيمية - المترجم .

على٤ . وفى الفصلين ١٢ و ١٣ يخصص تنسيق مكعب أى جين هذه الوحدات الأربع لقواعد النكليوتيد الأربع :

أ = ٠ ، س = ١ ، ى (ث) = ٢، ج = ٣   (١٧ - ١)

وسوف نطلق على هذه الأرقام "أرقام النكليوتيد". ويضع هذا التخصيص فى حسبانه خصائص الربط فى القواعد المتممة: الزوج ج ـس ربط قوى (ثلاث روابط أيدروجين)، والزوج أ - ث (ى) ربط ضعيف (رابطان أيدروجين).

وبمقارنة خواص التشفير للكودونات وخواص الأرقام فى المدى (٠، ٦٣)، يمكننا استنتاج "التوافق التام" بين هاتين الشفرتين، ومن ثم تخصيص مجموعة "أرقام حامض أمينى" أو "أرقام أ أ" للأحماض الأمينية التى يجرى تشفيرها. وسوف نقدم هذا العرض بطريقة أكثر تحديداً من تلك التى قدمناها فى الفصل ١١ . من ناحية أخرى، فإن الرياضيات التى نقدمها هنا تعتبر أولية جداً حتى إن ولداى المراهقين كان فى استطاعتهما مساعدتى فى استنتاج هذا النمط باعتباره مشروعهما الصيفى فى ١٩٨٩ .

ويوحى كلٌ من الآى تشنج ونظرية الأرقام بأن أرقام الوتر و/ أو الأرقام الأولية هى "الخلاقة" أى (يانج). والقاعدة الأولى لاستنتاج الرقم أ أ هى :

القاعدة ١: يجب أن يكون الرقم أ أ رقم وتر، أو رقم أولى أو كلاهما، لكى يكون خلاقًا ولكى يشفر لحامض أمينى. وعلى الخصوص، يجب استخدام رقم الوتر الأول (١) ورقم الشفع الأولى الوحيد (٢). تأخذ كودونات "توقف" الرقم (٠).

وقد ألمحنا إلى هذه القاعدة الأولى فى الفصل ١١ . والمشكلة المتعلقة بهذه القاعدة هى أن عدد الأرقام الأولية (١٨) زائد إثنان آخران (١ و ٠) لا يناسب العدد (٢١) لإشارات التشفير (٢٠ للأحماض الأمينية وواحدة للتوقف)؛ لذلك يجب أن يكون هناك أرقام وتر أخرى.

وعند قسمة الأرقام الطبيعية (أو الأعداد الصحيحة الموجبة) على ٢ ينتج الباقى ١ (لأرقام الوتر) والباقى صفر ٠ (لأرقام الشفع). وبشكل مماثل إذا تمت القسمة على ٤، ينتج عن الأرقام الطبيعية (الرباعى) ٠، ١، ٢، أو ٣ وينتج عن أرقام الوتر بقايا رباعية ١ أو ٣ . وفى كتابه "اعتذار"، أولى هاردى عناية بالأرقام الأولية التى يتبقى

منها الرقم الرباعى ١ (وسوف يطلق عليها أرقام ب ١)[٤٨] ؛ لأنه يمكن التعبير عنها كحاصل جمع مربعين. وكل تجميع لزوج من المربعات يعتبر وحيدا بالنسة لرقم ب ١ . وللأرقام الأصغر من ٦٤، هناك ثمانية من أعداد ب ١ هذه :

$$٥ = ١^{٢} + ٢^{٢} \quad ; \quad ١٣ = ٣^{٢} + ٢^{٢}$$

$$١٧ = ١^{٢} + ٤^{٢} \quad ; \quad ٢٩ = ٥^{٢} + ٢^{٢}$$

$$٣٧ = ١^{٢} + ٦^{٢} \quad ; \quad ٤١ = ٥^{٢} + ٤^{٢}$$

$$٥٣ = ٧^{٢} + ٢^{٢} \quad ; \quad ٦١ = ٥^{٢} + ٦^{٢}$$

(٢.١٧)

والنوع الآخـر من الأرقام الأوليـة هو أرقـام ب ٣ الأولية بالباقى الرباعى ٣ . ولا يمكن التعبير عنها كحاصل جمع لمربعين.

وتتكافأ أرقام ب ١ الثمانية مع الرباعيات الثمان المترادفة التى نوهنا عنها فى الفصل ١٤ - ليس فقط فيما يخص "توافق" الرقم ٨، بل أيضًا فى توافقاتهما التشفيرية (التى تتحدد بمربعين فقط أو موقعـى أول كودونين). ومن ثم نستنتج القاعدة التالية :

القـاعدة ٢ . (قـاعدة ب ١). كل الأرقام الأوليـة ب ١ الأقل من ٦٤ هـى أرقـام أ أ للكودونات المترادفـة أربع مـرات (رباعية كودونات تشفر لحـامض أمينى مـحدد). والتى يحـددها أول قـاعدتين فى مـواقع الكودون الثـلاثة. وسوف يتم تسـمية أرقام أ أ أيضًا بأنها "أرقام رباعية".

ويضاف إلى ذلك أنه يمكن بسهولة ملاحظة أن الأرقام الأولية ب ١ التى وردت فى (١٧ - ٢) يكون كل منها مجموع مربع رقم وتر ومربع رقم شفع. من هنا يمكن التعبير عن أرقام ب ١ كما يلى :

$$\text{رقم أ أ} = (٢\,\text{ك} + ١)^{٢} + (٢\,\text{ن})^{٢} \qquad (٣.١٧)$$

(٤٨) يتم الحصول على ب ١ بقسمة الأرقام الأولية فى نطاق الأرقام من ١ إلى ٦٤ على ٤ بحيث يكون خارج القسمة ١ - المترجم .

ونميز الآن بين الكودونات الوراثيـــة بتقسيمهـا إلى أربع مجمـوعات رئيسية، تبعًا لقواعدها الوسطى، التى تحدد شكل المعادلات أو استراتيجية التشفير المزمع استخدامها.

١ – المجـموعـة الأولى من الكودونات (س الوسطى) تُقارَن بالشفـرة الوراثيـة، ومربع الوتر فى المعادلة (١٧ – ٣) يطابق موقع الكودون الأول، ومربع الشفع يطابق الموقع الثانى، مع ك و ن معرّفين بأنهما أرقام النكليوتيد. وبالنسـبـة للكودونات التى لها س وسطى، نحصل فقط على الحـالات ن = ١ (س) و ك = ٠ (أ)، ١ (س)، ٢ (ى) و ٣ (ج). وسوف نطلق على ذلك "قاعدة الانتقاء" لهذه المجموعة من الرباعيات. أى، أربع رباعيات س – الوسطى لها أرقامها الرباعية الواردة فى الجدول ١٧ – ١

الجدول (١٧ – ١) رباعيات س – الوسطى

رقم رباعية	كودونات مترادفة	حامض أمينى
$١^٢ + ٢^٢ = ٥$	أ س ص	ثريونين
$٣^٢ + ٢^٢ = ١٣$	س س ص	برولين
$٥^٢ + ٢^٢ = ٢٩$	ى س ص	سيرين
$٧^٢ + ٢^٢ = ٥٣$	ج س ص	ألانين

ويحل الرمز ص، كما هى العادة، محل أى قاعدة (أ، س، ى، ج). وحيث أن كل مجموعة رباعية تشفر لحامض أمينى واحد، فإن أرقام الرباعية هى أيضا أرقام أ أ.

٢ – المجموعة الثانية من الكودونات (الرباعيات المترادفة الأخرى). نجد أربع رباعيات أخرى لا تتضمن أ فى الموقعين الأولين ولا س فى الموقع الثانى: رباعيتان لهما ى – وسطى ورباعيتـان لهما ج – وسطى – س ى ص (ليوسين)، ج ى ص (فالين)، س ج ص (أرجينين)، و ج ج ص (جلايسين). لكن فى هذه المجموعة، يتغير حد الرقم الوتر فى المعـادلة (١٧ – ٣) إلى الشكل (٢ ك – ١) لإقصاء القاعدة أ من الموقع الأول. وهذه المعـادلة على شكل "معـادلة ديوفانتين" فى نظـرية الأرقام. ولا تنتج سوى الأرقام الصحيحة الموجبة.

وبالنسبة للرباعيات المترادفة الأخرى غير هذه الرباعيات التى لها س – وسطى :

رقم أ أ = $(٢ ك - ١)^{٢} + (٢ن)^{٢}$ (١٧ – ٤)

وتتعين قاعدة الانتقاء بأرقام النيكلوتيد ك = ١ و ن = ٢، ٣ . ونجد هذه الرباعيات فى الجدول ١٧ – ٢

الجدول ١٧ - ٢ الرباعيات الأخرى (معادلة (١٧ – ٤))

رقم الرباعية	ك	ن	كودونات الرباعية	الحامض الأمينى
١٧	١	٢	س ى ص	ليوسين
٣٧	١	٣	س ج ص	أرجينين
٤١	٣	٢	ج ى ص	فالين
٦١	٣	٣	ج ج ص	جلايسين

وتُستخدم كل الأرقام الأولية ب ١ الموجودة فى المعادلة (١٧ – ٢) بطريقة متفردة بكل رقم رباعية فى المجموعة الأولى والمجموعة الثانية. ويعنى تخصيص الأرقام الأولية ب ١ كأرقام رباعيات أن قاعدة ب ١ أو قاعدة المربع تقييد قوى فى "استراتيجية التشفير"، التى تميل إلى "إغلاق" الكودونات الرباعية المترادفة على حامض أمينى مستقر. ويخضع نصف العدد الكلى للكودونات (٣٢ من ٦٤) وأكثر من نصف الأحماض الأمينية المشفرة (من حيث التعداد) لقاعدة ب ١ هذه.

٣ – المجموعة الثالثة. هى الكودونات الأخر من أجل (ى – الوسطى) و (ج – الوسطى). وليست شروط التخصيص فى هذه المجموعة بقوة المجموعتين السابقتين. وعلى كلّ، يكون هناك فقط ثمان أرقام ب ١ . لكن "قاعدة المربع" القوية يمكنها حتى أن تغطى رقمين أخرين وتربين غير أوليين:

$٣^{٢} + ٤^{٢} = ٢٥$ من أجل (ى ى ص)

$٣^{٢} + ٦^{٢} = ٤٥$ من أجل (ى ج ص)

من جانب آخر فإن الأحماض الأمينية التى تُشفر ب "الرباعيتين" (ى ى ص) و (ى ج ص)، تكون أزواجا من رمزين متماثلين. وهى ى ى ب (فينايل ألانين)، ى ى ر (ليوسين) و ى ج ب (التربتوفين فى الميتوكوندريا)، ى ج ر (سيستين). وكما أوضحنا سلفا ب = بيورينات (أ أو ج) و ر = بيريميدينات (س أو ى).

ويعنى الإنقسام من رباعية إلى زوجين من الرمزين المتماثلين أن الأحماض الأمينية التى تُشفرها هذه "الرباعيات" ليست مستقرة. ويكافئ ذلك عدديا حقيقة أن الرقمين ٢٥ و ٤٥ ليسا من الأرقام الأولية، إنهما الرقمان أ أ "المتحركان".

ومن بين الرباعيات الثمان فى المجموعتين الأولى والثانية، تُشفر ثلاثة أحماض أمينية - ليوسين، سيرين وأرجينين - بواسطة سداسيات (رباعية وزوج من رمزين متماثلين). ومن أجل الاحتفاظ بالتخصيصية، يجب أن تظل أرقام أ أ الخاصة بهما هى نفسها كما تم تخصيصها فى هاتين المجموعتين.

ولذلك يكون أ ج ر (سيرين) = ٢٩، أ ج ب (أرجينين) = ٣٧ [لكن أ ب ج (توقف) = صفر لتشفير الميتوكوندريا] وليوسين = ١٧ حتى لو شُفر بواسطة ى ى ر. بذلك يبقى الرقم المتحرك ٢٥ لتشفير الفينايل ألانين. وفى الواقع، يمكن تحويل الحامض الأمينى فينايل ألانين إلى تيروسين، كما نوهنا فى الفصل ١٣ . وبمصطلحات التطور، تكون الأحماض الأمينية على الجانب الأيمن من تفاعلات "الاشتقاق" المذكورة فى الفصل ١٣ هى الأسلاف "المبكرة"، التى يمكن تحويلها فى الكيمياء الحيوية إلى الأحماض الأمينية "المتأخرة" على الجانب الأيسر من هذه المعادلات. ويحتوى زوجان ثنائيان يتم تشفيرهما بواسطة ى ج ص على ى ج ر (سيستين)، والسيسين أحد الأحماض الأمينية المبكرة لذلك يأخذ الرقم المتحرك ٤٥ . (ويُطرح الزوج الثنائى ى ج ب جانبا بشكل مؤقت. وسوف نستنتج عدده أ أ لاحقًا). وتكون ى ج أ = ٠ فى الشفرة العامة (النووية) أيضاً لأنها إشارة (توقف). وبذلك فإنه فى كودونات المجموعة ٣ تكون الإعداد أ أ فى الغالب هى "المؤجلة" بواسطة الأحماض الأمينية سداسية التشفير.

جدول (١٧ - ٣) لكودونات المجموعة ٣

أ ج ر (سيرين) = ٢٩	أ ج ب (أرجينين) = ٣٧ (عامة) (توقف = ٠ (ميتوكوندريا)
ى ى ر (فينايل ألانين) = ٢٥	ى ى ب (ليوسين) = ١٧
ى ج ر (سيستين) = ٤٥	ى ج أ (توقف) = ٠ (عامة)

والأرقام المتحركة تحتها خطوط فى الجدول الموضح.

رابعًا. المجموعة الرابعة. كودونات أ - الوسطى. الأرقام الأولية الباقية من النوع ب ٣ . وينتج عنها نمط لكودونات أ - الوسطى فى الصيغة العامة ٤ ز + ٣ . وبالنسبة للأزواج الثنائية الستة فى هذه المجموعة تكون معادلتا ديوفانتين خطيتين على الصورتين التاليتين :

رقم أ أ = ٤ (٢ك + ١) + ٢ (للأحماض الأمينية المبكرة) (١٧ - ٥)

رقم أ أ = ٨ (٢ك + ١) + ٣ (للأحماض الأمينية المتأخرة) (١٧ - ٦)

ويتعين شكل المعادلتين بواسطة القاعدة الوسطى لكن الرقم النيكليوتيدى ك يخصص للقاعدة الأولى فى الكودون.

وقد يعنى تغير العامل ٤ إلى ٨ فى هاتين المعادلتين امتداد النظام الرباعى إلى نظام ثمانى. والأزواج الثنائية الستة التى تشير إليها المعادلتان السابقتان مذكورة فى الجدول (١٧ - ٤) :

الجدول (١٧ - ٤) لكودونات أ - الوسطى

ك (قاعدة)	مبكرة { معادلة (١٧ - ٥) }	متأخرة { معادلة (١٧ - ٦) }
٠ (أ)	أ أ ب (لايسين) = ٧	أ أ ر (أسباراجين) = ١١
٢ (ى)	ى أ ب (توقف) = ٠ {٢٣}	ى أ ر (تيروسين) = ٤٣
٣ (ج)	ج أ ر (أسباراتيك) = ٣١	ج أ ب (جلوتاميك) = ٥٩

والرقم الذى تم حسابه للزوج الثنائى ى أ ب هو ٢٣ (فى القوسين الكبيرين {} كما هو موضح)، ولكن تم تجاوزه بإشارة التوقف (٠). يشير الجدول ١٧ - ٤ أيضًا إلى أن الأسباراتيك "أكثر بكورا" من الجلوتاميك، لكن الأثنين يبدوان كأحماض أمينية مبكرة فى الجانب الأيمن لتفاعلات الاشتقاق (فصل ١٣). ومع ذلك فإن هذا التضمين من النوع الصحيح؛ لأن مجموعة من العلماء اليابانيين قد توصلوا (بإجراء التركيب البيولوجى بواسطة "حساء بدائى") إلى أن الأحماض الأمينية الأكثر ضخامة وتعقيداً تطورت متأخراً مقارنة بتلك الأكثر بساطة. وقد أغفلنا الرباعية س أ ص لطرحها فيما بعد.

ولا يشبه تصنيف الأحماض الأمينية إلى مبكر ومتأخر، للأسف، التصنيف إلى ب (بيورين) ور (بيريميدين). وقد يكون "البت" الأول للمعلومات الثنائية للقواعد ذى ارتباط قوى أو ضعيف، والثانى ب أو ر، والبت الثالث يكون مبكرا أو متأخراً. وبالنسبة لكودونات أ - الوسطى وجزء من كودونات المجموعة ٣، تكون بتات المعلومات الثلاث جميعا مطلوبة لتشفير وتحديد حامض أمينى. وفى كل الجداول المذكورة لاحقًا نلاحظ قاعدة إضافية :

القاعدة ٣ : (قاعدة ٤ ز) فروق أرقام أ أ بين الزوجين الثنائيين (ص ص ر) و (ص ص ب) - الفروق بالنسبة للبيورين والبيريميدين - هى ٤ز، حيث ز = ٠ لكودونات المجموعة ١ والمجموعة ٢ . ولا تسرى هذه القاعدة فى حالة الأرقام أ أ المساوية للرقمين ٠ و ٢ فقط.

(٥) الرباعيان (أ ى ص) و (س أ ص). يمكن تعيين الأرقام الخمسة المتبقية ، ١ والأرقام الأولية ٢، ٣، ١٩، و٤٧، بالأحماض الأمينية غير المخصصة التى تُشفر بواسطة (أ ى ص) و (س أ ص). وبالنسبة لهذه الأرقام يكون ١ هو الرقم الوحيد الذى تنطبق عليه قاعدة ٤ ز مع نظيرها البريميدين[٤٩] سيستين (٤٥). عندئذ يأخذ التريبتوفين الرقم ١ :

ى ج ب (تريبتوفين) = ١ (شفرة ميتوكوندريا)

ى ج ج (تريبتوفين) = ١، ى ج أ (توقف) = ٠ (شفرة عامة)

(٤٩) (البريميدين : من المركبات الأساسية المتعددة المشتقة أو المرتبطة بتركيبها بالبريميدين وخاصة مكونات الحمض النووى - المترجم) .

ويمكن التعبير عن الرقمين ٣ و ١٩ فى الصيغة ٨ن + ٣ مع ن = ٠ ون = ٢ على التتالى. ويشير العامل ٨ مرة أخرى إلى ضرورة استخدام هذين الرقمين للأحماض الأمينية "المتأخرة". وهما فى هاتين الرباعيتين ميثايونين وجلوتامين :

أ ى ب (ميثايونين) = ٣ (شفرة ميتوكوندريا) ، س أ ب (جلوتامين) = ١٩

وسبب تخصيص ٣ للميثايونين هو حقيقة أن أ ى ج هو كودون البدء فى كلا الشفرتين الشفرة العامة وشفرة الميتوكوندريا. وبذلك يكون الرقم ٢ مخصصًا للأيزوليوسين و ٤٧ للهستيدين :

س أ ر (هستيدين) = ٤٧ ، س أ ب (جلوتامين) = ١٩

أ ى ر (أيزوليوسين) = ٢، أ ى ب (ميثايونين) = ٣ (ميتوكوندريا)

أ ى ر (أيزوليوسين) = ٢ ، أ ى أ (أيزوليوسين) = ٢ (عامة)

أ ى ج (ميثايونين) = ٣ (عامة)

وبالطبع يحتاج الأمر إلى بعض التخمين (الذكى) لاستنتاج رقمى أ أ للميثايونين والأيزوليوسين، لأن أحوال التشفير تكون أكثر فأكثر ضعفا حسب طرحنا السابق. وكمراجعة نهائية، دعنا نفحص أرقام أ أ من بقايا الوحدات الرباعية الأربع :

توقف = ٠ ، تريبتوفين = ١ ، أيزوليوسين = ٢ ، ميثايونين = ٣ (١٧ – ٧)

ويعتبر تخصيص ٠ (الصفر) لإشارات التوقف من النوع القوى. وتُنتج هذه الأرقام الأربعة رباعيات غير متماثلة فى الشفرة العامة. ويرتبط الرقم الوترى الأول (١) بالحامض الأمينى الأكثر تعقيداً (تريبتوفين). والثلاثة الأخرى كودونات (حركية) (ابدأ وتوقف) : الرقم الأولى الشفع الوحيد (٢) للأيزوليوسين، الذى يستخدم ككودون بدء متناوب فى الميتوكوندريا. ويخص الرقم الأولى الوترى الأول (٣) كودون البدء فى الشفرة العامة أ ى ج (ميثايونين).

ويشكل مجمل، دعنا نجمع كل الأرقام أ أ التى استنتجناها :

الجدول (١٧ – ٥) اللائحة الكاملة لأرقام أ أ

٠ (توقف)	١ (تريبتوفين)	٢ (أيزوليوسين)	٣ (ميثايونين)	٥ (ثريونين)
	٧ (لايسين)	١١ (أسباراجين)	١٣ (برولين)	١٧ (ليوسين)
	١٥ (جلوتامين)	٢٩ (سيرين)	٣١ (أسباراتيك)	٣٧ (أرجينين)
	٤١ (فالين)	٤٣ (تيروسين)	٤٧ (هستيدين)	٥٣ (ألانين)
	٥٩ (جلوتاميك)	٦١ (جلايسين)	٢٥ (فينايل ألانين)	٤٥ (سيستين)

ملحوظة : الأرقام التى تحتها خط غير أولية.

وبشكل ظاهرى يعطى أى رقم انطباعًا أوليًا بأنه وتر أو شفع. واتصافه بأنه أولى أو غير أولى هو أمر أكثر دقة، وكان ذلك موضوعًا لدراسات متقدمة. ويعود الاهتمام الرياضى بنظرية الأرقام إلى زمن إقليدس، الذى نظر إلى الرقم باعتباره "فاصلاً خطيًا مركبًا من وحدات، والرقم الأولى رقم يمكن قياسه فقط بواسطة الوحدة (التى ليست فى ذاتها رقمًا)". ومنذ ثلاثة آلاف سنة رسم حكماء الصين خطى الين واليانج للآى تشنج ومدوا هذه القاعدة الثنائية للبنى الثنائية والثلاثية، التى تناظر نظم الترقيم الرباعية والثمانية. وكلا من الأرقام الأولية و (الثنائية – الرباعية – الثمانية) هما مدخلان لنظرية الأعداد التى تبحث عن أنماط فى الأرقام. وكلا المدخلين يُطبقان الآن على الشفرة الوراثية إلتماساً للتطابق البيولوجى.

ويناسب النمط الرقمى المستنتج الشفرة الوراثية بشكل طبيعى. وهناك "تطابق ازدواجى" كامل بين الأرقام ومخطط التشفير. ويكافئ عدم قابلية الأرقام الأولية للقسمة وظيفة الأحماض الأمينية كوحدات أولية للجزيئات الحية. (بكلمات أخرى، الأحماض الأمينية هى الوحدات الإقليدية للحياة). وبالنسبة للكودونات الفردية، يُؤخذ التخصيص التوليفى(٥٠) بالنسبة لمواقع الكودون فى الاعتبار، مع الموقع الأوسط الذى يحدد استراتيجية التشفير أو معادلتى ديوفانتين اللتين يتم استخدامهما. ولقد ترجمنا خصائص التشفير إلى خصائص الأرقام، والعكس بالعكس.

(٥٠) التخصيص التوليفى combinatorial specifity نسبة إلى الرياضيات التوليفية combinatorcs – المترجم .

وفيما يشبه البنى السداسية فى الآى تشنج، فإن التشابه الجزئى بين خصائص الأرقام وخصائص التشفير يُستكمل بست بتات معلومات كما يلى :

خصائص الأرقام	خصائص التشفير
صفر	إشارة توقف
أرقام ب ١	رباعيات الترادف
حاصلات جمع الأرقام غير الأولية ٢ – تربيع	الأحماض الأمينية الأسلاف المبكرة
أرقام ب ٣	الأحماض الأمينية المبكرة / المتأخرة
قاعدة ٤ ز	الموقع الثالث ب / ر
الوحدات الرباعية	تريبتوفين والكودونات الحركية

هل توجد الأرقام، ومن ثم الرياضيات، خارج وعينا؟ من الصعب الاعتقاد بذلك. فإذا كانت الأرقام قد وُجدت قبل الحياة، يكون تطور الحياة حينئذ وتطور الشفرة الوراثية، قد اتبعا ببساطة نمط ما قبل الوجود. وبالطبع فإن استنتاجنا للنمط الرقمى للشفرة الوراثية لا يهتم بمثل هذا النوع من الالغاز (الدجاجة أولاً أم البيضة)، ونقبل الأنماط ببساطة ونقارن خصائصها. وهى ترجمة تشبه كثيرًا الترجمة بين اللغتين الإنجليزية والصينية، ولا يجب أن نشغل أنفسنا بمسألة أيهما جاء أولا الصينية أم الإنجليزية.

ولا يمكن فهم الأنماط الرقمية بسهولة مثل فهم الأنماط الهندسية، حيث أن الأولى تتطلب مستوى أعلى من التجريد. وفى بداية هذا الفصل، لاحظنا التباين بين النموذجين والنمطين (النموذج الجزيئى ونموذج النقطة العشوائية)، لكن لكل منهما توافق هندسى. وما ناقشناه توا هو نمط رقمى يعتبر نمطًا جبريًا، أو بشكل أكثر تحديدًا، نمطًا توليفيًا.

ومن المعروف أن علم النفس قد يتأثر بالانحياز الثقافى، ومن المفترض أن العلم متحرر من التأثيرات الثقافية، لكن العالِم لا يكون كذلك. ولقد قدّمنا مدخل (من الخارج – إلى الداخل) فى مواجهة (من الداخل – إلى الخارج) فى التقسيمات الاجتماعية subcultures للعلم : علماء الطبيعة وعلماء البيولوجيا فى مواجهة علماء الكيمياء. وصنّف عالم الوراثة

الجزيئية كارل وويس طرقا لتفسير الشفرة الوراثية بأنها "ميكانيكية" و "حدسية" – والأولى هى التى يفضلها علماء الكيمياء. ولكى نكون أكثر شمولية يجب تصنيفها على أنها "هندسية" و"جبرية". وقد أفضل أيضا استخدام نفس التصنيف الواسع (لكن الرياضى) لوصف الجزئين الشمالى والأيمن للمخ. وما جرت العادة على تسميته بالنصف "الكلامى" هو الجانب "الجبرى"، والنصف "التحليلى" هو الجانب "الهندسى". لكن يبدو أن ذلك يجمع خبراء اللغات الأبجدية باعتبارهم أناس "جبريين".

واللغة الأبجدية تعتبر فى الواقع أكثر "جبرية" أو تجريداً من اللغة "الهندسية"؛ لأن الأولى تتضمن تجميعات لا نهائية من الحروف الأبجدية. وفيما يباين ذلك، فإن اللغة الصينية المكتوبة اشتُقت فى الأصل من صور مرسومة للأشياء الواقعية، وحتى لو كانت لغة الصينيين على هذه الدرجة من الأشكال الهندسية، فإنهم يميلون إلى التفكير بشكل جبرى. ومن الواضح أن الآى تشنج يكمّل الرياضيات التوليفية التى تحتاجها اللغة الصينية بشدة. وبالعكس، فإن اللغات الأبجدية تدفع الغربيين إلى حد ما إلى التفكير الهندسى. وقد يكون التوازن بين نصفى المخ هو الذى يتطلب هذا النوع من التأرجح. وهذا مثال آخر على انسجام الين / اليانج الذى قد تكون له تضمينات بيولوجية ولغوية.

ولغة الدنا مشابهة للغات الأبجدية مثل الإنجليزية. وكانت القاعدة العامة الأولى التى اقترحها سوسومو أوهنو فى الثمانينيات لهذه اللغة التقليص المتطرف للمحتوى المعلوماتى الهائل المحتمل إلى حجم يمكن التحكم فيه. وللتوصل إلى هذا التقليص، فإن بوليمرات الأساس المتعددة (الجزيئات التى يتكون كل منها من جزيئين وأبسط dimers، والجزيئات التى يتكون كل منها من ثلاثة جزيئات متشابهة أصغر منه trimers، والجزيئات التى يتكون كل منها من أربعة جزيئات أصغر منه tetramers ، إلخ) تتبنى استراتيجية تكرار.

وعلى مستوى"أصغر الوحدات" لجزيئات dimers، اكتشف أوهنو ومساعدوه قاعدة زيادة – ث ج / س ث / س أ ونقص – س ج / ث أ. وجزيئات ال dimers الزائدة هو ما يفضل تتالى الدنا أن يكرره. وتظل هذه القاعدة صحيحة لكلا من تشفير البروتين

وتتاليات عدم التشفير. وفى جزيئات ال dimers الزائدة تُجمع أرقام النكليوتيد (التى وضحناها فى هذا الفصل) للتوصل إلى أرقام وترية (١/٣/٥)، وعمليات الجمع فى جزيئات ال dimers الناقصة تكون الأرقام الشفعية (٢/٤). بذلك يظهر تفضيل الأرقام الوترية أيضا على مستوى الجزيئات التى تتكون من جزيئين dimers . وتحافظ لغة الترجمة (إلى أحماض أمينية فى البروتين) على هذا التفضيل. وبإضافة هذه الصفة إلى شرط أن قواعد الكودون غير متراكبة قد يؤدى إلى مزيد من تقييد لغة التشفير بحيث تكون فى الغالب أرقامًا أولية.

وأثبت أوهنو أيضا تكافؤ تتاليات الدنا مع الموسيقى، كما وضحناه فى الفصل ١٥، فكما هو الحال فى الموسيقى، تعتبر الأرقام الطبيعية لغة عامة. رتَّب أوهنو القواعد النكليوتيدية الأربع أ، ج، ث، س بحيث تتسق مع المقياس الموسيقى التصاعدى، ليناظر الترتيب المتناقص للأرقام ٤، ٣، ٢، ١ . لكن للرقم ٤ رباعية مع باق صفر، لذلك أصبح هذا الترتيب ٠، ٣، ٢، ١، وهى بالضبط المجموعة الواردة فى المعادلة (١٧ – ١) ويجب التأكيد على أنه فى الأدبيات العلمية، يكون معظم تخصيصات الأرقام النكليوتيدية تعسفية. والمجموعة الموضحة فى المعادلة (١٧ – ١) أو تلك التى أوضحها أوهنو ضمنًا هما فقط اللتان يمكن لهما أن تنجحا فى اختبار قاعدة ب ١ السابق شرحها.

والطريقة التى يطلق عليها اسم الطريقة الميكانيكية لتفسير الشفرة الوراثية هى التى تبحث عن علاقات جزيئية هندسية بين النكليوتيدات والأحماض الأمينية. وهذا هو المدخل الكيميائى التقليدى الذى يبحث عن توافق (مفتاح وقفل) بين الجزيئيات. ولسوء الحظ، فإن تفاعلات القالب الموجودة فى عملية تركيب البروتين تظل غير قادرة على تفسير الهندسة الجزيئية (فى الأبعاد الثلاثة)؛ لأن الكودونات والسلاسل الجانبية للأحماض الأمينية ببساطة لا يحدث بينها اتصال مباشر. ووجود الرنا الناقل والرنا المرسال والإنزيمات يشوش أيضا البحث عن تفسير هندسى. وبالإضافة إلى مدخل (مفتاح وقفل)، هناك طريقة أخرى لفتح الباب بأن نصيح "افتح يا سمسم!"، ويبدو أن الشفرة الوراثية مازالت شفرة من هذا النوع. الشفرة موجودة، لكن المفتاح قد لا يكون موجوداً. واللغة التوليفية والموسيقى والأرقام الطبيعية تعتبر شفرات وليست مفاتيحاً.

ويعتبر استنتاج النمط الرقمى السابق توضيحه مثالا دقيقا للمدخل (من الخارج - إلى الداخل) أو هكذا يمكن وصف المدخل الخاص بالآى تشنج: حيث ابتداء بالقدرة المعلوماتية الابتكارية للأرقام الوترية والأرقام الأولية، نستنتج التكافؤ الرقمى لقواعد النكليوتيد ولمواقع الكودون والخصائص الجزيئية (ترابط قوى / ضعيف، حجم كبير / صغير، ومبكر / متأخر فى التطور)، واستراتيجية التشفير والأحماض الأمينية. وتم التوصل إلى التخصيص التوليفى أو "التوافق عنصراً عنصراً" بشكل كامل فى كل جانب بتفصيل تام. وتختار الطبيعة الأرقام الطبيعية البسيطة (الأرقام الكمية) للجسيمات الأولية غير الحية، ويبدو أنها تفضل أكثر الأرقام الأولية (أرقام الأحماض الأمينية) للوحدات الأولية للجزيئات الحى، وأن الأرقام "تبث الحياة" فى الشفرة الوراثية، وأن البيولوجيا تذكّر العلماء بكيفية أخذ الأرقام الطبيعية فى الحسبان.

ويبدو أن العلم الطبيعى يتطور بنظام معاكس لتعقد الأرقام : هناك ميل إلى "العودة إلى الأساسيات" فى العلم الحديث. وباستخدام الرياضيات، أبدى العلماء - عبر زمن طويل - تفضيلاً شديداً للجانب "الكمى" فى الرياضيات، إلى درجة الإهمال التام لجانبها "الكيفى". وفى الفيزياء المعاصرة، تهجر نظرية الكمّ الأرقام المتصلة وتتبنى الأرقام غير المترابطة. وعلى الرغم من اعتذار هاردى، فإن فائدة الأرقام الأولية تتمثل فى خصائصها التى يجفل أمامها العقل. والافتقار إلى الخصائص الأساسية (وتر / شفع، أولى / غير أولى) فى الرياضيات الكلاسيكية المتصلة يشبه الافتقار إلى براءة الطفولة والطبيعة. وحان الوقت لأن تُظهر أكثر أنواع الرياضيات نقاء - نظرية الأرقام - "فائدتها" على هيئة "رياضيات بيولوجية كيفية".

وقد يرغب علماء النفس فى تسمية الآى تشنج شفرة وراثية للعقل، لكن الصينيون ظلوا طويلا محتفظين بادعاء أكثر طموحاً بكثير : "إيجاد حياة جديدة يطلق عليه آى". حقا، فوظيفته الرباعية تشبه كثيراً شفرة الحياة (الشفرة الوراثية).

والترجمة البينية لهاتين الشفرتين تتيح تضمينا تطوريا: ما الذى وُجد أولاً - الأرقام، أم الحياة أم الوعى؟

المراجع

Berg, C., *Principles of Combinatorics*. Translated from the French by J. Sheehan, Academic Press, New York, 1971.

Capra, F., *The Tao of Physics*, Bantam Books, New York, 1984.

Darnell, J., "RNA," *Scientific American*, October 1985.

Fulder, S., *The Tao of Medicine*, Destiny Books, New York, 1982.

Gardner, M., "The Mathematics of the I Ching," *Scientific American*, January 1974.

Gonick, L. and Wheelis, M., *The Cartoon Guide to Genetics*, Barnes and Noble Books, New York, 1983.

Hardy, G.H., *A Mathematician's Apology*, Cambridge University Press, London, 1969.

Hawking, S.W., *A Brief History of Time. From the Big Bang to Black Holes*, Bantam Books, New York, 1988.

Hoyle, F., *The Intelligent Universe*, Holt, Rinehart and Winston, New York, 1984.

Huang, K., "Huang's I Ching," Computer Software for IBM PC, 1984.

Judson, H.F., *The Eighth Day of Creation*, Simon and Schuster, New York, 1979.

Jukes, T.H., *Molecules and Evolution*, Cambridge University Press, New York, 1966.

Jung, C.G., *Synchronicity: An Acausal Connecting Principle* (Translated by R.F.C. Hull), Princeton University Press, Princeton, 1973.

Kimura, M., *The Neutral Theory of Molecular Evolution*, Cambridge University Press, London, 1983.

Legge J., trans., *The I Ching*, Dover, New York, 1963.

Needham, J., *Science and Civilisation in China*, Vol. 5, Cambridge University Press, London, 1952.

Ohno, S., "Of words, Genes and Music," NATO ASI Series, Vol. H23, Springer-Verlag, Berlin, 1988.

Pauling, L., *Vitamin C and the Common Cold*, W.H. Freeman, San Francisco, 1970.

Pagels, H.R., *Perfect Symmetry: The Search for the Beginning of Time*," Bantam Books, New York, 1985.

Poland D. and Scheraga, H., *Theory of Helix-Coil Transitions in Bioploymers*, Academic Press, New York, 1970.

Polya, G., *Mathematics and Plausible Reasoning*, Vol 1, *Induction and Analogy in Mathematics*, Princeton University Press, Princeton, 1954.

Prigogine I. and Stengers, I., *Order out of Chaos*, Bantam Books, New York, 1984.

Rosenfield, I., Ziff, E. and Van Loon, B., *DNA for Beginners*, Writers and Readers Publishers, London, 1983.

Rucker, R., *Mind Tools*, Houghton Mifflin, Boston, 1984.

Sagan, C., "Cosmos," PBS TV Series.

Sagan, C., *The Dragons of Eden. Speculations on the Evolution of Human Intelligence*, Random House, New York, 1977.

Schonberger, M., *The I Ching and the Genetic Code*,,Translated by D.Q. Stephenson, ASI Publishers, New York, 1979.

Schrödinger, E., *What is Life?*, Cambridge University Press, London, 1967.

Schulman, L.S. and Seiden, P.E., "Percolation and Galaxies," *Science*, 25 July 1986, p. 425.

Sheldrake, R., *A New Science of Life (The Hypothesis of Formative Causation)*, J.P. Tarcher, Inc., Los Angeles, 1981.

Siu, R.G.H., *The Tao of Science*, M.I.T. Press, Cambridge, MA, 1957.

Stent, G.S., *The Coming of the Golden Age*, Natural History Press, New York, 1969.

Temple, R., *The Genius of China. 3000 Years of Science, Discovery and Invention*, introduced by J. Needham; Simon and Shuster, New York, 1986.

Ts'o, P.O.P., Ed., *Basic Principles in Nucleic Acid Chemistry*, Academic Press, New York, 1974.

Vol'kenshtein, M.V., *Molecules in Life: An Introduction to Molecular Biology*, Translated by S.N. Timasheff, Plenum Press, New York, 1970,

Weisskopf, V., "Of Atoms, Mountains and Stars: A Study in Qualitative Physics," *Science*, 21 February 1975, p. 605.

Wilhelm R., trans., *The I Ching or the Book of Change*, rendered from the German into English by C.F. Baynes, Princeton University Press, Princeton, 1976.

Yan, S., and Yan, J.F., "Computerized *I Ching*," Software for IBM PC; English Edition by Yan Research, 1984; Chinese Edition published by Systex Corp., Taipei, Taiwan, 1985.

Yan, J.F., "The *I Ching*, Computers and the Genetic Code" (in Chinese), *Yi-Ching Learning Monthly*, Taipei, Taiwan, June 1985.

Zuckerkandl, E., and Pauling, L., "Evolutionary Divergence and Convergence in Proteins," Pp. 97–166 in V. Bryson and H.J. Vogel, eds., *Evolving Genes and Proteins*, Academic Press, New York, 1965.

المؤلف فى سطور

جونسون ف. يان

- حاصل على درجة الدكتوراه من جامعة كينت ستيت فى الولايات المتحدة.
- بعد حصوله على الدكتوراه أنجز بحثًا فى جامعة كورنيل حول المعالجات الحاسوبية الكيميائية للبوليمرات البيولوجية .
- يعمل فى مجال تتاليات الدنا والبروتين .
- موطنه الأصلى مدينة فى الصين ؛ حيث كان تشو هسى حكيم الآى تشنج فى عصر أسرة سونج ينشر تعاليمه ويمارس تأملاته .
- درس الأعمال الكلاسيكية الصينية المرتبطة بالآى تشنج خلال وجوده فى الولايات المتحدة، إضافة إلى أهم الكتب التى صدرت فى الغرب حول علاقة العلم بالآى تشنج .
- أعدّ ونشر برنامج حاسبى بعنوان "الآى تشنج الحاسبى"، جاهز للاستخدام باللغتين الصينية والإنجليزية، وطوّر "مكعب أى جين" لعرض التشابه بين أى تشنج والدنا بالأشكال الهندسية .

المترجم فى سطور

عزت عامر

- محرر علمى ومترجم عن الإنجليزية والفرنسية، ينشر فى العديد من المجلات والصحف العربية .
- ينشر مقالات علمية بانتظام فى مجلة "العربى" الكويتية .
- عمل محرراً لصفحة العلم والتكنولوجيا فى صحيفة العالم اليوم المصرية، ومسئولا عن العلم والتكنولوجيا ومحرر صفحة طبية فى صحيفة "الاقتصادية" السعودية .
- صدر له عن المشروع القومى للترجمة فى المجلس الأعلى للثقافة كتابى "يا له من سباق محموم" لفرانسيس كريك و"بلايين وبلايين" لكارل ساجان .
- وصدرت طبعة ثانية لكتاب «يا له من سباق محموم» فى مكتبة الأسرة ٢٠٠٤ .
- نشر تغطيات صحافية عن مؤتمرات علمية وطبية فى مصر والسعودية ودبى والنمسا وبلجيكا .
- نشر له ديوانان "مدخل إلى الحدائق الطاغورية" و"قوة الحقائق البسيطة" ومجموعة قصصية "الجانب الآخر من النهر" .
- مهندس طيران متخرج من كلية الهندسة جامعة القاهرة عام ١٩٦٩ .

المشروع القومى للترجمة

المشـروع القومـــى للترجمـة مشـروع تنميـة ثقافيـة بالدرجـــة الأولى ، ينطلق من الإيجابيات التى حققتها مشروعات الترجمة التى سبقته فى مصر والعالم العربى ويسعى إلى الإضافة بما يفتح الأفق على وعود المستقبل، معتمداً المبادئ التالية :

١- الخروج من أسر المركزية الأوروبية وهيمنة اللغتين الإنجليزية والفرنسية .

٢- التوازن بين المعارف الإنسانية فى المجالات العلمية والفنية والفكرية والإبداعية .

٣- الانحياز إلى كل ما يؤسس لأفكار التقدم وحضور العلم وإشاعة العقلانية والتشجيع على التجريب .

٤- ترجمة الأصول المعرفية التى أصبحت أقرب إلى الإطار المرجعى فى الثقافة الإنسانية المعاصرة، جنبًا إلى جنب المنجزات الجديدة التى تضع القارئ فى القلب من حركة الإبداع والفكر العالميين .

٥- العمل على إعداد جيل جديد من المترجمين المتخصصين عن طريق ورش العمل بالتنسيق مع لجنة الترجمة بالمجلس الأعلى للثقافة .

٦- الاستعانة بكل الخبرات العربية وتنسيق الجهود مع المؤسسات المعنية بالترجمة .

المشروع القومى للترجمة

١-	اللغة العليا	جون كوين	أحمد درويش
٢-	الوثنية والإسلام (ط١)	ك. مادهو بانيكار	أحمد فؤاد بلبع
٣-	التراث المسروق	جورج جيمس	شوقى جلال
٤-	كيف تتم كتابة السيناريو	انجا كاريتنيكوفا	أحمد الحضرى
٥-	ثريا فى غيبوبة	إسماعيل فصيح	محمد علاء الدين منصور
٦-	اتجاهات البحث اللسانى	ميلكا إفيتش	سعد مصلوح ووفاء كامل فايد
٧-	العلوم الإنسانية والفلسفة	لوسيان غولدمان	يوسف الأنطكى
٨-	مشعلو الحرائق	ماكس فريش	مصطفى ماهر
٩-	التغيرات البيئية	أندرو. س. جودى	محمود محمد عاشور
١٠-	خطاب الحكاية	جيرار جينيت	محمد معتصم وعبد الجليل الأزدى وعمر حلى
١١-	مختارات شعرية	فيسوافا شيمبوريسكا	هناء عبد الفتاح
١٢-	طريق الحرير	ديفيد براونيستون وأيرين فرانك	أحمد محمود
١٣-	ديانة الساميين	روبرتسن سميث	عبد الوهاب علوب
١٤-	التحليل النفسى للأدب	جان بيلمان نويل	حسن المودن
١٥-	الحركات الفنية منذ ١٩٤٥	إدوارد لوسى سميث	أشرف رفيق عفيفى
١٦-	أثينة السوداء (جـ١)	مارتن برنال	بإشراف: أحمد عتمان
١٧-	مختارات شعرية	فيليب لاركين	محمد مصطفى بدوى
١٨-	الشعر النسائى فى أمريكا اللاتينية	مختارات	طلعت شاهين
١٩-	الأعمال الشعرية الكاملة	جورج سفيريس	نعيم عطية
٢٠-	قصة العلم	ج. ج. كراوثر	يمنى طريف الخولى و بدوى عبد الفتاح
٢١-	خوخة وألف خوخة وقصص أخرى	صمد بهرنجى	ماجدة العنانى
٢٢-	مذكرات رحالة عن المصريين	جون أنتيس	سيد أحمد على الناصرى
٢٣-	تجلى الجميل	هانز جيورج جادامر	سعيد توفيق
٢٤-	ظلال المستقبل	باتريك بارندر	بكر عباس
٢٥-	مثنوى	مولانا جلال الدين الرومى	إبراهيم الدسوقى شتا
٢٦-	دين مصر العام	محمد حسين هيكل	أحمد محمد حسين هيكل
٢٧-	التنوع البشرى الخلاق	مجموعة من المؤلفين	بإشراف: جابر عصفور
٢٨-	رسالة فى التسامح	جون لوك	منى أبو سنة
٢٩-	الموت والوجود	جيمس ب. كارس	بدر الديب
٣٠-	الوثنية والإسلام (ط٢)	ك. مادهو بانيكار	أحمد فؤاد بلبع
٣١-	مصادر دراسة التاريخ الإسلامى	جان سوفاجيه - كلود كاين	عبد الستار الحلوجى وعبد الوهاب علوب
٣٢-	الانقراض	ديفيد روب	مصطفى إبراهيم فهمى
٣٣-	التاريخ الاقتصادى لأفريقيا الغربية	أ. ج. هوبكنز	أحمد فؤاد بلبع
٣٤-	الرواية العربية	روجر آلن	حصة إبراهيم المنيف
٣٥-	الأسطورة والحداثة	بول ب . ديكسون	خليل كلفت
٣٦-	نظريات السرد الحديثة	والاس مارتن	حياة جاسم محمد

٣٧-	واحة سيوة وموسيقاها	بريجيت شيفر	جمال عبد الرحيم
٣٨-	نقد الحداثة	ألن تورين	أنور مغيث
٣٩-	الحسد والإغريق	بيتر والكوت	منيرة كروان
٤٠-	قصائد حب	آن سكستون	محمد عيد إبراهيم
٤١-	ما بعد المركزية الأوروبية	بيتر جران	عاطف أحمد وإبراهيم فتحى ومحمود ماجد
٤٢-	عالم ماك	بنجامين باربر	أحمد محمود
٤٣-	اللهب المزدوج	أوكتافيو باث	المهدى أخريف
٤٤-	بعد عدة أصياف	ألدوس هكسلى	مارلين تادرس
٤٥-	التراث المغدور	روبرت دينا وجون فاين	أحمد محمود
٤٦-	عشرون قصيدة حب	بابلو نيرودا	محمود السيد على
٤٧-	تاريخ النقد الأدبى الحديث (جـ١)	رينيه ويليك	مجاهد عبد المنعم مجاهد
٤٨-	حضارة مصر الفرعونية	فرانسوا دوما	ماهر جويجاتى
٤٩-	الإسلام فى البلقان	هـ . ت . نوريس	عبد الوهاب علوب
٥٠-	ألف ليلة وليلة أو القول الأسير	جمال الدين بن الشيخ	محمد برادة وعثمانى الميلود ويوسف الأنطكى
٥١-	مسار الرواية الإسبانو أمريكية	داريو بيانويبا وخ. م. بينياليستى	محمد أبو العطا
٥٢-	العلاج النفسى التدعيمى	ب. نوفاليس وس . روجسيفيتز وروجر بيل	لطفى فطيم وعادل دمرداش
٥٣-	الدراما والتعليم	أ . ف . ألنجتون	مرسى سعد الدين
٥٤-	المفهوم الإغريقى للمسرح	ج . مايكل والتون	محسن مصيلحى
٥٥-	ما وراء العلم	چون بولكنجهوم	على يوسف على
٥٦-	الأعمال الشعرية الكاملة (جـ١)	فديريكو غرسية لوركا	محمود على مكى
٥٧-	الأعمال الشعرية الكاملة (جـ٢)	فديريكو غرسية لوركا	محمود السيد و ماهر البطوطى
٥٨-	مسرحيتان	فديريكو غرسية لوركا	محمد أبو العطا
٥٩-	المحبرة (مسرحية)	كارلوس مونييث	السيد السيد سهيم
٦٠-	التصميم والشكل	جوهانز إيتين	صبرى محمد عبد الغنى
٦١-	موسوعة علم الإنسان	شارلوت سيمور - سميث	بإشراف : محمد الجوهرى
٦٢-	لذّة النّص	رولان بارت	محمد خير البقاعى
٦٣-	تاريخ النقد الأدبى الحديث (جـ٢)	رينيه ويليك	مجاهد عبد المنعم مجاهد
٦٤-	برتراند راسل (سيرة حياة)	آلان وود	رمسيس عوض
٦٥-	فى مدح الكسل ومقالات أخرى	برتراند راسل	رمسيس عوض
٦٦-	خمس مسرحيات أندلسية	أنطونيو جالا	عبد اللطيف عبد الحليم
٦٧-	مختارات شعرية	فرناندو بيسوا	المهدى أخريف
٦٨-	نتاشا العجوز وقصص أخرى	فالنتين راسبوتين	أشرف الصباغ
٦٩-	العالم الإسلامى فى أوائل القرن العشرين	عبد الرشيد إبراهيم	أحمد فؤاد متولى وهويدا محمد فهمى
٧٠-	ثقافة وحضارة أمريكا اللاتينية	أوخينيو تشانج رودريجث	عبد الحميد غلاب وأحمد حشاد
٧١-	السيدة لا تصلح إلا للرمى	داريو فو	حسين محمود
٧٢-	السياسى العجوز	ت . س . إليوت	فؤاد مجلى
٧٣-	نقد استجابة القارئ	چين ب . تومبكنز	حسن ناظم وعلى حاكم
٧٤-	صلاح الدين والمماليك فى مصر	ل . ا . سيمينوفا	حسن بيومى

٧٥-	فن التراجم والسير الذاتية	أندريه موروا	أحمد درويش
٧٦-	جاك لاكان وإغواء التحليل النفسى	مجموعة من المؤلفين	عبد المقصود عبد الكريم
٧٧-	تاريخ النقد الأدبى الحديث (جـ٢)	رينيه ويليك	مجاهد عبد المنعم مجاهد
٧٨-	العولمة : النظرية الاجتماعية والثقافة الكونية	رونالد روبرتسون	أحمد محمود ونورا أمين
٧٩-	شعرية التأليف	بوريس أوسبنسكى	سعيد الغانمى وناصر حلاوى
٨٠-	بوشكين عند «نافورة الدموع»	ألكسندر بوشكين	مكارم الغمرى
٨١-	الجماعات المتخيلة	بندكت أندرسن	محمد طارق الشرقاوى
٨٢-	مسرح ميجيل	ميجيل دى أونامونو	محمود السيد على
٨٣-	مختارات شعرية	غوتفريد بن	خالد المعالى
٨٤-	موسوعة الأدب والنقد (جـ١)	مجموعة من المؤلفين	عبد الحميد شيحة
٨٥-	منصور الحلاج (مسرحية)	صلاح زكى أقطاى	عبد الرازق بركات
٨٦-	طول الليل (رواية)	جمال مير صادقى	أحمد فتحى يوسف شتا
٨٧-	نون والقلم (رواية)	جلال آل أحمد	ماجدة العنانى
٨٨-	الابتلاء بالتغرب	جلال آل أحمد	إبراهيم الدسوقى شتا
٨٩-	الطريق الثالث	أنتونى جيدنز	أحمد زايد ومحمد محيى الدين
٩٠-	وسم السيف وقصص أخرى	بورخيس وآخرون	محمد إبراهيم مبروك
٩١-	المسرح والتجريب بين النظرية والتطبيق	باربرا لاسوتسكا - بشونباك	محمد هناء عبد الفتاح
٩٢-	أساليب ومضامين المسرح الإسبانوأمريكى المعاصر	كارلوس ميجيل	نادية جمال الدين
٩٣-	محدثات العولمة	مايك فيذرستون وسكوت لاش	عبد الوهاب علوب
٩٤-	مسرحيتا الحب الأول والصحبة	صمويل بيكيت	فوزية العشماوى
٩٥-	مختارات من المسرح الإسبانى	أنطونيو بويرو باييخو	سرى محمد عبد اللطيف
٩٦-	ثلاث زنبقات ووردة وقصص أخرى	نخبة	إدوار الخراط
٩٧-	هوية فرنسا (مج١)	فرنان برودل	بشير السباعى
٩٨-	الهم الإنسانى والابتزاز الصهيونى	مجموعة من المؤلفين	أشرف الصباغ
٩٩-	تاريخ السينما العالمية (١٨٩٥-١٩٨٠)	ديڤيد روبنسون	إبراهيم قنديل
١٠٠-	مساءلة العولمة	بول هيرست وجراهام تومبسون	إبراهيم فتحى
١٠١-	النص الروائى: تقنيات ومناهج	بيرنار فاليط	رشيد بنحدو
١٠٢-	السياسة والتسامح	عبد الكبير الخطيبى	عز الدين الكتانى الإدريسى
١٠٣-	قبر ابن عربى يليه آياء (شعر)	عبد الوهاب المؤدب	محمد بنيس
١٠٤-	أوبرا ماهوجنى (مسرحية)	برتولت بريشت	عبد الغفار مكاوى
١٠٥-	مدخل إلى النص الجامع	چيرارچينيت	عبد العزيز شبيل
١٠٦-	الأدب الأندلسى	ماريا خيسوس روبييرامتى	أشرف على دعدور
١٠٧-	صورة الفدائى فى الشعر الأمريكى اللاتينى المعاصر	نخبـة من الشعراء	محمد عبد الله الجعيدى
١٠٨-	ثلاث دراسات عن الشعر الأندلسى	مجموعة من المؤلفين	محمود على مكى
١٠٩-	حروب المياه	چون بولوك وعادل درويش	هاشم أحمد محمد
١١٠-	النساء فى العالم النامى	حسنة بيجوم	منى قطان
١١١-	المرأة والجريمة	فرانسس هيدسون	ريهام حسين إبراهيم
١١٢-	الاحتجاج الهادئ	أرلين علوى ماكليود	إكرام يوسف

١١٣-	راية التمرد	سادى پلانت	أحمد حسان
١١٤-	مسرحيتا حصاد كونجي وسكان المستنقع	وول شوينكا	نسيم مجلى
١١٥-	غرفة تخص المرء وحده	فرچينيا وولف	سمية رمضان
١١٦-	امرأة مختلفة (درية شفيق)	سينثيا نلسون	نهاد أحمد سالم
١١٧-	المرأة والجنوسة فى الإسلام	ليلى أحمد	منى إبراهيم وهالة كمال
١١٨-	النهضة النسائية فى مصر	بث بارون	لميس النقاش
١١٩-	النساء والأسرة وقوانين الطلاق فى التاريخ الإسلامى	أميرة الأزهرى سنبل	بإشراف: رءوف عباس
١٢٠-	الحركة النسائية والتطور فى الشرق الأوسط	ليلى أبو لغد	مجموعة من المترجمين
١٢١-	الدليل الصغير فى كتابة المرأة العربية	فاطمة موسى	محمد الجندى وإيزابيل كمال
١٢٢-	نظام العبودية القديم والنموذج المثالى للإنسان	جوزيف فوجت	منيرة كروان
١٢٣-	الإمبراطورية العثمانية وعلاقاتها الدولية	أنيثل ألكسندرو فنادولينا	أنور محمد إبراهيم
١٢٤-	الفجر الكاذب: أوهام الرأسمالية العالمية	چون جراى	أحمد فؤاد بلبع
١٢٥-	التحليل الموسيقى	سيدرك ثورپ ديڤى	سمحة الخولى
١٢٦-	فعل القراءة	ڤولفانج إيسر	عبد الوهاب علوب
١٢٧-	إرهاب (مسرحية)	صفاء فتحى	بشير السباعى
١٢٨-	الأدب المقارن	سوزان باسنيت	أميرة حسن نويرة
١٢٩-	الرواية الإسبانية المعاصرة	ماريا دولورس أسيس جاروته	محمد أبو العطا وآخرون
١٣٠-	الشرق يصعد ثانية	أندريه جوندر فرانك	شوقى جلال
١٣١-	مصر القديمة: التاريخ الاجتماعى	مجموعة من المؤلفين	لويس بقطر
١٣٢-	ثقافة العولمة	مايك فيذرستون	عبد الوهاب علوب
١٣٣-	الخوف من المرايا (رواية)	طارق على	طلعت الشايب
١٣٤-	تشريح حضارة	بارى ج. كيمب	أحمد محمود
١٣٥-	المختار من نقد ت. س. إليوت	ت. س. إليوت	ماهر شفيق فريد
١٣٦-	فلاحو الباشا	كينيث كونو	سحر توفيق
١٣٧-	مذكرات ضابط فى الحملة الفرنسية على مصر	چوزيف مارى مواريه	كاميليا صبحى
١٣٨-	عالم التليفزيون بين الجمال والعنف	أندريه جلوكسمان	وجيه سمعان عبد المسيح
١٣٩-	پارسيڤال (مسرحية)	ريتشارد ڤاچنر	مصطفى ماهر
١٤٠-	حيث تلتقى الأنهار	هربرت ميسن	أمل الجبورى
١٤١-	اثنتا عشرة مسرحية يونانية	مجموعة من المؤلفين	نعيم عطية
١٤٢-	الإسكندرية : تاريخ ودليل	أ. م. فورستر	حسن بيومى
١٤٣-	قضايا التنظير فى البحث الاجتماعى	ديرك لايدر	عدلى السمرى
١٤٤-	صاحبة اللوكاندة (مسرحية)	كارلو جولدونى	سلامة محمد سليمان
١٤٥-	موت أرتيميو كروث (رواية)	كارلوس فوينتس	أحمد حسان
١٤٦-	الورقة الحمراء (رواية)	ميجيل دى ليبس	على عبدالرءوف البمبى
١٤٧-	مسرحيتان	تانكريد دورست	عبدالغفار مكاوى
١٤٨-	القصة القصيرة: النظرية والتقنية	إنريكى أندرسون إمبرت	على إبراهيم منوفى
١٤٩-	النظرية الشعرية عند إليوت وأدونيس	عاطف فضول	أسامة إسبر
١٥٠-	التجربة الإغريقية	روبرت ج. ليتمان	منيرة كروان

١٥١- هوية فرنسا (مج ٢ ، جـ١)	فرنان بروديل	بشير السباعى
١٥٢- عدالة الهنود وقصص أخرى	مجموعة من المؤلفين	محمد محمد الخطابى
١٥٣- غرام الفراعنة	فيولين فانويك	فاطمة عبدالله محمود
١٥٤- مدرسة فرانكفورت	فيل سليتر	خليل كلفت
١٥٥- الشعر الأمريكى المعاصر	نخبة من الشعراء	أحمد مرسى
١٥٦- المدارس الجمالية الكبرى	جى أنبال وآلان وأوديت ڤيرمو	مى التلمسانى
١٥٧- خسرو وشيرين	النظامى الكنجوى	عبدالعزيز بقوش
١٥٨- هوية فرنسا (مج ٢ ، جـ٢)	فرنان بروديل	بشير السباعى
١٥٩- الأيديولوجية	ديڤيد هوكس	إبراهيم فتحى
١٦٠- آلة الطبيعة	بول إيرليش	حسين بيومى
١٦١- مسرحيتان من المسرح الإسبانى	أليخاندرو كاسونا وأنطونيو جالا	زيدان عبدالحليم زيدان
١٦٢- تاريخ الكنيسة	يوحنا الأسيوى	صلاح عبدالعزيز محجوب
١٦٣- موسوعة علم الاجتماع (جـ ١)	جوردون مارشال	بإشراف: محمد الجوهرى
١٦٤- شامبوليون (حياة من نور)	چان لاكوتير	نبيل سعد
١٦٥- حكايات الثعلب (قصص أطفال)	أ. ن. أفاناسيفا	سهير المصادفة
١٦٦- العلاقات بين المتدينين والعلمانيين فى إسرائيل	يشعياهو ليڤمان	محمد محمود أبوغدير
١٦٧- فى عالم طاغور	رابندرنات طاغور	شكرى محمد عياد
١٦٨- دراسات فى الأدب والثقافة	مجموعة من المؤلفين	شكرى محمد عياد
١٦٩- إبداعات أدبية	مجموعة من المؤلفين	شكرى محمد عياد
١٧٠- الطريق (رواية)	ميجيل دليبيس	بسام ياسين رشيد
١٧١- وضع حد (رواية)	فرانك بيجو	هدى حسين
١٧٢- حجر الشمس (شعر)	نخبة	محمد محمد الخطابى
١٧٣- معنى الجمال	ولتر ت. ستيس	إمام عبد الفتاح إمام
١٧٤- صناعة الثقافة السوداء	إيليس كاشمور	أحمد محمود
١٧٥- التليفزيون فى الحياة اليومية	لورينزو فيلشس	وجيه سمعان عبد المسيح
١٧٦- نحو مفهوم للاقتصاديات البيئية	توم تيتنبرج	جلال البنا
١٧٧- أنطون تشيخوف	هنرى ترويا	حصة إبراهيم المنيف
١٧٨- مختارات من الشعر اليونانى الحديث	نخبة من الشعراء	محمد حمدى إبراهيم
١٧٩- حكايات أيسوب (قصص أطفال)	أيسوب	إمام عبد الفتاح إمام
١٨٠- قصة جاويد (رواية)	إسماعيل فصيح	سليم عبد الأمير حمدان
١٨١- النقد الأدبى الأمريكى من الثلاثينيات إلى الثمانينيات	فنسنت ب. ليتش	محمد يحيى
١٨٢- العنف والنبوءة (شعر)	و.ب. ييتس	ياسين طه حافظ
١٨٣- چان كوكتو على شاشة السينما	رينيه جيلسون	فتحى العشرى
١٨٤- القاهرة: حالمة لا تنام	هانز إبندورفر	دسوقى سعيد
١٨٥- أسفار العهد القديم فى التاريخ	توماس تومسن	عبد الوهاب علوب
١٨٦- معجم مصطلحات هيجل	ميخائيل إنوود	إمام عبد الفتاح إمام
١٨٧- الأرضة (رواية)	بُزرج علوى	محمد علاء الدين منصور
١٨٨- موت الأدب	ألفين كرنان	بدر الديب

١٨٩-	العمى والبصيرة: مقالات فى بلاغة النقد المعاصر	بول دى مان	سعيد الغانمى
١٩٠-	محاورات كونفوشيوس	كونفوشيوس	محسن سيد فرجانى
١٩١-	الكلام رأسمال وقصص أخرى	الحاج أبو بكر إمام وآخرون	مصطفى حجازى السيد
١٩٢-	سياحت نامه إبراهيم بك (جـ١)	زين العابدين المراغى	محمود علاوى
١٩٣-	عامل المنجم (رواية)	بيتر أبراهامز	محمد عبد الواحد محمد
١٩٤-	مختارات من النقد الأنجلو-أمريكى الحديث	مجموعة من النقاد	ماهر شفيق فريد
١٩٥-	شتاء ٨٤ (رواية)	إسماعيل فصيح	محمد علاء الدين منصور
١٩٦-	المهلة الأخيرة (رواية)	فالنتين راسبوتين	أشرف الصباغ
١٩٧-	سيرة الفاروق	شمس العلماء شبلى النعمانى	جلال السعيد الحفناوى
١٩٨-	الاتصال الجماهيرى	إدوين إمرى وآخرون	إبراهيم سلامة إبراهيم
١٩٩-	تاريخ يهود مصر فى الفترة العثمانية	يعقوب لانداو	جمال أحمد الرفاعى وأحمد عبد اللطيف حماد
٢٠٠-	ضحايا التنمية: المقاومة والبدائل	جيرمى سيبروك	فخرى لبيب
٢٠١-	الجانب الدينى للفلسفة	جوزايا رويس	أحمد الأنصارى
٢٠٢-	تاريخ النقد الأدبى الحديث (جـ٤)	رينيه ويليك	مجاهد عبد المنعم مجاهد
٢٠٣-	الشعر والشاعرية	ألطاف حسين حالى	جلال السعيد الحفناوى
٢٠٤-	تاريخ نقد العهد القديم	زالمان شازار	أحمد هويدى
٢٠٥-	الجينات والشعوب واللغات	لويجى لوقا كافاللى- سفورزا	أحمد مستجير
٢٠٦-	الهيولية تصنع علمًا جديدًا	جيمس جلايك	على يوسف على
٢٠٧-	ليل أفريقى (رواية)	رامون خوتاسندير	محمد أبو العطا
٢٠٨-	شخصية العربى فى المسرح الإسرائيلى	دان أوريان	محمد أحمد صالح
٢٠٩-	السرد والمسرح	مجموعة من المؤلفين	أشرف الصباغ
٢١٠-	مثنويات حكيم سنائى (شعر)	سنائى الغزنوى	يوسف عبد الفتاح فرج
٢١١-	فردينان دوسوسير	جوناثان كلر	محمود حمدى عبد الغنى
٢١٢-	قصص الأمير مرزبان على لسان الحيوان	مرزبان بن رستم بن شروين	يوسف عبدالفتاح فرج
٢١٣-	مصر منذ قدوم نابليون حتى رحيل عبدالناصر	ريمون فلاور	سيد أحمد على الناصرى
٢١٤-	قواعد جديدة للمنهج فى علم الاجتماع	أنتونى جيدنز	محمد محيى الدين
٢١٥-	سياحت نامه إبراهيم بك (جـ٢)	زين العابدين المراغى	محمود علاوى
٢١٦-	جوانب أخرى من حياتهم	مجموعة من المؤلفين	أشرف الصباغ
٢١٧-	مسرحيتان طليعيتان	صمويل بيكيت وهارولد بينتر	نادية البنهاوى
٢١٨-	لعبة الحجلة (رواية)	خوليو كورتاثار	على إبراهيم منوفى
٢١٩-	بقايا اليوم (رواية)	كازو إيشجورو	طلعت الشايب
٢٢٠-	الهيولية فى الكون	بارى باركر	على يوسف على
٢٢١-	شعرية كفافى	جريجورى جوزدانيس	رفعت سلام
٢٢٢-	فرانز كافكا	روناك جراى	نسيم مجلى
٢٢٣-	العلم فى مجتمع حر	باول فيرابند	السيد محمد نفادى
٢٢٤-	دمار يوغسلافيا	برانكا ماجاس	منى عبدالظاهر إبراهيم
٢٢٥-	حكاية غريق (رواية)	جابرييل جارثيا ماركيث	السيد عبدالظاهر السيد
٢٢٦-	أرض المساء وقصائد أخرى	ديفيد هربت لورانس	طاهر محمد على البربرى

٢٢٧- المسرح الإسباني في القرن السابع عشر	خوسيه ماريا ديث بوركي	السيد عبدالظاهر عبدالله
٢٢٨- علم الجمالية وعلم اجتماع الفن	جانيت وولف	ماري تيريز عبدالمسيح وخالد حسن
٢٢٩- مأزق البطل الوحيد	نورمان كيجان	أمير إبراهيم العمري
٢٣٠- عن الذباب والفئران والبشر	فرانسواز جاكوب	مصطفى إبراهيم فهمي
٢٣١- الدرافيل أو الجيل الجديد (مسرحية)	خايمي سالوم بيدال	جمال عبدالرحمن
٢٣٢- ما بعد المعلومات	توم ستونير	مصطفى إبراهيم فهمي
٢٣٣- فكرة الاضمحلال في التاريخ الغربي	آرثر هيرمان	طلعت الشايب
٢٣٤- الإسلام في السودان	ج. سبنسر تريمنجهام	فؤاد محمد عكود
٢٣٥- ديوان شمس تبريزي (جـ١)	مولانا جلال الدين الرومي	إبراهيم الدسوقي شتا
٢٣٦- الولاية	ميشيل شودكيفيتش	أحمد الطيب
٢٣٧- مصر أرض الوادي	روبين فيدين	عنايات حسين طلعت
٢٣٨- العولمة والتحرير	تقرير لمنظمة الأنكتاد	ياسر محمد جادالله وعربي مدبولي أحمد
٢٣٩- العربي في الأدب الإسرائيلي	جيلا رامراز - رايوخ	نادية سليمان حافظ وإيهاب صلاح فايق
٢٤٠- الإسلام والغرب وإمكانية الحوار	كاي حافظ	صلاح محجوب إدريس
٢٤١- في انتظار البرابرة (رواية)	ج . م. كوتزي	ابتسام عبدالله
٢٤٢- سبعة أنماط من الغموض	وليام إمبسون	صبري محمد حسن
٢٤٣- تاريخ إسبانيا الإسلامية (مج١)	ليفي بروفنسال	بإشراف: صلاح فضل
٢٤٤- الغليان (رواية)	لاورا إسكيبيل	نادية جمال الدين محمد
٢٤٥- نساء مقاتلات	إليزابيتا أديس وآخرون	توفيق علي منصور
٢٤٦- مختارات قصصية	جابرييل جارثيا ماركيث	علي إبراهيم منوفي
٢٤٧- الثقافة الجماهيرية والحداثة في مصر	والتر أرمبرست	محمد طارق الشرقاوي
٢٤٨- حقول عدن الخضراء (مسرحية)	أنطونيو جالا	عبداللطيف عبدالحليم
٢٤٩- لغة التمزق (شعر)	دراجو شتامبوك	رفعت سلام
٢٥٠- علم اجتماع العلوم	دومنيك فينك	ماجدة محسن أباظة
٢٥١- موسوعة علم الاجتماع (جـ٢)	جوردون مارشال	بإشراف: محمد الجوهري
٢٥٢- رائدات الحركة النسوية المصرية	مارجو بدران	علي بدران
٢٥٣- تاريخ مصر الفاطمية	ل. أ. سيمينوفا	حسن بيومي
٢٥٤- أقدم لك: الفلسفة	ديف روبنسون وجودي جروفز	إمام عبد الفتاح إمام
٢٥٥- أقدم لك: أفلاطون	ديف روبنسون وجودي جروفز	إمام عبد الفتاح إمام
٢٥٦- أقدم لك: ديكارت	ديف روبنسون وكريس جارات	إمام عبد الفتاح إمام
٢٥٧- تاريخ الفلسفة الحديثة	وليم كلي رايت	محمود سيد أحمد
٢٥٨- الغجر	سير أنجوس فريزر	عُبادة كُحيلة
٢٥٩- مختارات من الشعر الأرمني عبر العصور	نخبة	فاروجان كازانجيان
٢٦٠- موسوعة علم الاجتماع (جـ٣)	جوردون مارشال	بإشراف: محمد الجوهري
٢٦١- رحلة في فكر زكي نجيب محمود	زكي نجيب محمود	إمام عبد الفتاح إمام
٢٦٢- مدينة المعجزات (رواية)	إدواردو مندوثا	محمد أبو العطا
٢٦٣- الكشف عن حافة الزمن	جون جريبن	علي يوسف علي
٢٦٤- إبداعات شعرية مترجمة	هوراس وشلي	لويس عوض

٢٦٥-	روايات مترجمة	أوسكار وايلد وصمويل جونسون	لويس عوض
٢٦٦-	مدير المدرسة (رواية)	جلال آل أحمد	عادل عبدالمنعم على
٢٦٧-	فن الرواية	ميلان كونديرا	بدر الدين عرودكى
٢٦٨-	ديوان شمس تبريزى (جـ٢)	مولانا جلال الدين الرومى	إبراهيم الدسوقى شتا
٢٦٩-	وسط الجزيرة العربية وشرقها (جـ١)	وليم چيفور بالجريف	صبرى محمد حسن
٢٧٠-	وسط الجزير العربية وشرقها (جـ٢)	وليم چيفور بالجريف	صبرى محمد حسن
٢٧١-	الحضارة الغربية: الفكرة والتاريخ	توماس سى. باترسون	شوقى جلال
٢٧٢-	الأديرة الأثرية فى مصر	سى. سى. والترز	إبراهيم سلامة إبراهيم
٢٧٣-	الأصول الاجتماعية والثقافية لحركة عرابى فى مصر	جوان كول	عنان الشهاوى
٢٧٤-	السيدة باربارا (رواية)	رومولو جاييجوس	محمود على مكى
٢٧٥-	ت. س. إليوت شاعراً وناقداً وكاتباً مسرحياً	مجموعة من النقاد	ماهر شفيق فريد
٢٧٦-	فنون السينما	مجموعة من المؤلفين	عبدالقادر التلمسانى
٢٧٧-	الچينات والصراع من أجل الحياة	براين فورد	أحمد فوزى
٢٧٨-	البدايات	إسحاق عظيموف	ظريف عبدالله
٢٧٩-	الحرب الباردة الثقافية	ف.س. سوندرز	طلعت الشايب
٢٨٠-	الأم والنصيب وقصص أخرى	بريم شند وآخرون	سمير عبدالحميد إبراهيم
٢٨١-	الفردوس الأعلى (رواية)	عبد الحليم شرر	جلال الحفناوى
٢٨٢-	طبيعة العلم غير الطبيعية	لويس وولبرت	سمير حنا صادق
٢٨٣-	السهل يحترق وقصص أخرى	خوان رولفو	على عبد الرءوف البمبى
٢٨٤-	هرقل مجنوناً (مسرحية)	يوريبيديس	أحمد عتمان
٢٨٥-	رحلة خواجة حسن نظامى الدهلوى	حسن نظامى الدهلوى	سمير عبد الحميد إبراهيم
٢٨٦-	سياحت نامه إبراهيم بك (جـ٣)	زين العابدين المراغى	محمود علاوى
٢٨٧-	الثقافة والعولمة والنظام العالمى	أنتونى كنج	محمد يحيى وآخرون
٢٨٨-	الفن الروائى	ديفيد لودج	ماهر البطوطى
٢٨٩-	ديوان منوچهرى الدامغانى	أبو نجم أحمد بن قوص	محمد نور الدين عبدالمنعم
٢٩٠-	علم اللغة والترجمة	جورج مونان	أحمد زكريا إبراهيم
٢٩١-	تاريخ المسرح الإسبانى فى القرن العشرين (جـ١)	فرانشسكو رويس رامون	السيد عبد الظاهر
٢٩٢-	تاريخ المسرح الإسبانى فى القرن العشرين (جـ٢)	فرانشسكو رويس رامون	السيد عبد الظاهر
٢٩٣-	مقدمة للأدب العربى	روجر آلن	مجدى توفيق وآخرون
٢٩٤-	فن الشعر	بوالو	رجاء ياقوت
٢٩٥-	سلطان الأسطورة	جوزيف كامبل وبيل مورير	بدر الديب
٢٩٦-	مكبث (مسرحية)	وليم شكسبير	محمد مصطفى بدوى
٢٩٧-	فن النحو بين اليونانية والسريانية	ديونيسيوس ثراكس ويوسف الأهوازى	ماجدة محمد أنور
٢٩٨-	مأساة العبيد وقصص أخرى	نخبة	مصطفى حجازى السيد
٢٩٩-	ثورة فى التكنولوجيا الحيوية	جين ماركس	هاشم أحمد محمد
٣٠٠-	أسطورة بروميثيوس فى الأدبين الإنجليزى والفرنسى (مج١)	لويس عوض	جمال الجزيرى وبهاء چاهين وإيزابيل كمال
٣٠١-	أسطورة بروميثيوس فى الأدبين الإنجليزى والفرنسى (مج٢)	لويس عوض	جمال الجزيرى و محمد الجندى
٣٠٢-	أقدم لك: فنجنشتين	جون هيتون وجودى جروفز	إمام عبد الفتاح إمام

٣٠٣- أقدم لك: بوذا	جين هوب وبورن فان لون	إمام عبد الفتاح إمام
٣٠٤- أقدم لك: ماركس	ريوس	إمام عبد الفتاح إمام
٣٠٥- الجلد (رواية)	كروزيو مالابارته	صلاح عبد الصبور
٣٠٦- الحماسة: النقد الكانطى للتاريخ	چان فرانسوا ليوتار	نبيل سعد
٣٠٧- أقدم لك: الشعور	ديفيد بابينو وهوارد سلينا	محمود مكى
٣٠٨- أقدم لك: علم الوراثة	ستيف جونز وبورين فان لو	ممدوح عبد المنعم
٣٠٩- أقدم لك: الذهن والمخ	أنجوس جيلاتى وأوسكار زاريت	جمال الجزيرى
٣١٠- أقدم لك: يونج	ماجى هايد ومايكل ماكجنس	محيى الدين مزيد
٣١١- مقال فى المنهج الفلسفى	ر.ج كولنجوود	فاطمة إسماعيل
٣١٢- روح الشعب الأسود	وليم ديبويس	أسعد حليم
٣١٣- أمثال فلسطينية (شعر)	خايير بيان	محمد عبدالله الجعيدى
٣١٤- مارسيل دوشامب: الفن كعدم	جانيس مينيك	هويدا السباعى
٣١٥- جرامشى فى العالم العربى	ميشيل بروندينو والطاهر لبيب	كاميليا صبحى
٣١٦- محاكمة سقراط	أى. ف. ستون	نسيم مجلى
٣١٧- بلا غد	س. شير لايموفا- س. زنيكين	أشرف الصباغ
٣١٨- الأدب الروسى فى السنوات العشر الأخيرة	مجموعة من المؤلفين	أشرف الصباغ
٣١٩- صور دريدا	جايترى اسبيفاك وكرستوفر نوريس	حسام نايل
٣٢٠- لمعة السراج لحضرة التاج	مؤلف مجهول	محمد علاء الدين منصور
٣٢١- تاريخ إسبانيا الإسلامية (مج٢، جـ١)	ليفى برو فنسال	بإشراف: صلاح فضل
٣٢٢- وجهات نظر حديثة فى تاريخ الفن الغربى	دبليو بوجين كلينباور	خالد مفلح حمزة
٣٢٣- فن الساتورا	تراث يونانى قديم	هانم محمد فوزى
٣٢٤- اللعب بالنار (رواية)	أشرف أسدى	محمود علاوى
٣٢٥- عالم الآثار (رواية)	فيليب بوسان	كرستين يوسف
٣٢٦- المعرفة والمصلحة	يورجين هابرماس	حسن صقر
٣٢٧- مختارات شعرية مترجمة (جـ١)	نخبة	توفيق على منصور
٣٢٨- يوسف وزليخا (شعر)	نور الدين عبد الرحمن الجامى	عبد العزيز بقوش
٣٢٩- رسائل عيد الميلاد (شعر)	تد هيوز	محمد عيد إبراهيم
٣٣٠- كل شىء عن التمثيل الصامت	مارفن شبرد	سامى صلاح
٣٣١- عندما جاء السردين وقصص أخرى	ستيفن جراى	سامية دياب
٣٣٢- شهر العسل وقصص أخرى	نخبة	على إبراهيم منوفى
٣٣٣- الإسلام فى بريطانيا من ١٥٥٨-١٦٨٥	نبيل مطر	بكر عباس
٣٣٤- لقطات من المستقبل	أرثر كلارك	مصطفى إبراهيم فهمى
٣٣٥- عصر الشك: دراسات عن الرواية	ناتالى ساروت	فتحى العشرى
٣٣٦- متون الأهرام	نصوص مصرية قديمة	حسن صابر
٣٣٧- فلسفة الولاء	جوزايا رويس	أحمد الأنصارى
٣٣٨- نظرات حائرة وقصص أخرى	نخبة	جلال الحفناوى
٣٣٩- تاريخ الأدب فى إيران (جـ٣)	إدوارد براون	محمد علاء الدين منصور
٣٤٠- اضطراب فى الشرق الأوسط	بيرش بيربروجلو	فخرى لبيب

٣٤١- قصائد من رلكه (شعر)	راينر ماريا رلكه	حسن حلمى
٣٤٢- سلامان وأبسال (شعر)	نور الدين عبدالرحمن الجامى	عبد العزيز بقوش
٣٤٣- العالم البرجوازى الزائل (رواية)	نادين جورديمر	سمير عبد ربه
٣٤٤- الموت فى الشمس (رواية)	بيتر بالانجيو	سمير عبد ربه
٣٤٥- الركض خلف الزمان (شعر)	بونه ندائى	يوسف عبد الفتاح فرج
٣٤٦- سحر مصر	رشاد رشدى	جمال الجزيرى
٣٤٧- الصبية الطائشون (رواية)	جان كوكتو	بكر الحلو
٣٤٨- المتصوفة الأولون فى الأدب التركى (جـ١)	محمد فؤاد كوبريلى	عبدالله أحمد إبراهيم
٣٤٩- دليل القارئ إلى الثقافة الجادة	أرثر والدهورن وآخرون	أحمد عمر شاهين
٣٥٠- بانوراما الحياة السياحية	مجموعة من المؤلفين	عطية شحاتة
٣٥١- مبادئ المنطق	جوزايا رويس	أحمد الانصارى
٣٥٢- قصائد من كفافيس	قسطنطين كفافيس	نعيم عطية
٣٥٣- الفن الإسلامى فى الأندلس: الزخرفة الهندسية	باسيليو بابون مالدونادو	على إبراهيم منوفى
٣٥٤- الفن الإسلامى فى الأندلس: الزخرفة النباتية	باسيليو بابون مالدونادو	على إبراهيم منوفى
٣٥٥- التيارات السياسية فى إيران المعاصرة	حجت مرتجى	محمود علاوى
٣٥٦- الميراث المر	بول سالم	بدر الرفاعى
٣٥٧- متون هرمس	تيموثى فريك وبيتر غاندى	عمر الفاروق عمر
٣٥٨- أمثال الهوسا العامية	نخبة	مصطفى حجازى السيد
٣٥٩- محاورة بارمنيدس	أفلاطون	حبيب الشارونى
٣٦٠- أنثروبولوجيا اللغة	أندريه جاكوب ونويلا باركان	ليلى الشربينى
٣٦١- التصحر: التهديد والمجابهة	ألان جرينجر	عاطف معتمد وآمال شاور
٣٦٢- تلميذ بابنبرج (رواية)	هاينرش شبورل	سيد أحمد فتح الله
٣٦٣- حركات التحرير الأفريقية	ريتشارد جيبسون	صبرى محمد حسن
٣٦٤- حداثة شكسبير	إسماعيل سراج الدين	نجلاء أبو عجاج
٣٦٥- سأم باريس (شعر)	شارل بودلير	محمد أحمد حمد
٣٦٦- نساء يركضن مع الذئاب	كلاريسا بنكولا	مصطفى محمود محمد
٣٦٧- القلم الجرىء	مجموعة من المؤلفين	البرّاق عبدالهادى رضا
٣٦٨- المصطلح السردى: معجم مصطلحات	جيرالد برنس	عابد خزندار
٣٦٩- المرأة فى أدب نجيب محفوظ	فوزية العشماوى	فوزية العشماوى
٣٧٠- الفن والحياة فى مصر الفرعونية	كليرلا لويت	فاطمة عبدالله محمود
٣٧١- المتصوفة الأولون فى الأدب التركى (جـ٢)	محمد فؤاد كوبريلى	عبدالله أحمد إبراهيم
٣٧٢- عاش الشباب (رواية)	وانغ مينغ	وحيد السعيد عبدالحميد
٣٧٣- كيف تعد رسالة دكتوراه	أومبرتو إيكو	على إبراهيم منوفى
٣٧٤- اليوم السادس (رواية)	أندريه شديد	حمادة إبراهيم
٣٧٥- الخلود (رواية)	ميلان كونديرا	خالد أبو اليزيد
٣٧٦- الغضب وأحلام السنين (مسرحيات)	جان أنوى وآخرون	إدوار الخراط
٣٧٧- تاريخ الأدب فى إيران (جـ٤)	إدوارد براون	محمد علاء الدين منصور
٣٧٨- المسافر (شعر)	محمد إقبال	يوسف عبدالفتاح فرج

٣٧٩-	ملك فى الحديقة (رواية)	سنيل باث	جمال عبدالرحمن
٣٨٠-	حديث عن الخسارة	جونتر جراس	شيرين عبدالسلام
٣٨١-	أساسيات اللغة	ر. ل. تراسك	رانيا إبراهيم يوسف
٣٨٢-	تاريخ طبرستان	بهاء الدين محمد إسفنديار	أحمد محمد نادى
٣٨٣-	هدية الحجاز (شعر)	محمد إقبال	سمير عبدالحميد إبراهيم
٣٨٤-	القصص التى يحكيها الأطفال	سوزان إنجيل	إيزابيل كمال
٣٨٥-	مشترى العشق (رواية)	محمد على بهزادراد	يوسف عبدالفتاح فرج
٣٨٦-	دفاعًا عن التاريخ الأدبى النسوى	جانيت تود	ريهام حسين إبراهيم
٣٨٧-	أغنيات وسوناتات (شعر)	چون دن	بهاء چاهين
٣٨٨-	مواعظ سعدى الشيرازى (شعر)	سعدى الشيرازى	محمد علاء الدين منصور
٣٨٩-	تفاهم وقصص أخرى	نخبة	سمير عبدالحميد إبراهيم
٣٩٠-	الأرشيفات والمدن الكبرى	إم. فى. روبرتس	عثمان مصطفى عثمان
٣٩١-	الحافلة الليلكية (رواية)	مايف بينشى	منى الدروبى
٣٩٢-	مقامات ورسائل أندلسية	فرناندو دى لاجرانجا	عبداللطيف عبدالحليم
٣٩٣-	فى قلب الشرق	ندوة لويس ماسينيون	زينب محمود الخضيرى
٣٩٤-	القوى الأربع الأساسية فى الكون	بول ديفيز	هاشم أحمد محمد
٣٩٥-	ألام سياوش (رواية)	إسماعيل فصيح	سليم عبد الأمير حمدان
٣٩٦-	السافاك	تقى نجارى راد	محمود علاوى
٣٩٧-	أقدم لك: نيتشه	لورانس جين وكيتى شين	إمام عبدالفتاح إمام
٣٩٨-	أقدم لك: سارتر	فيليب تودى وهوارد ريد	إمام عبدالفتاح إمام
٣٩٩-	أقدم لك: كامى	ديفيد ميروفتش وآلن كوركس	إمام عبدالفتاح إمام
٤٠٠-	مومو (رواية)	ميشائيل إنده	باهر الجوهرى
٤٠١-	أقدم لك: علم الرياضيات	زياودن ساردر وأخرون	ممدوح عبد المنعم
٤٠٢-	أقدم لك: ستيفن هوكنج	ج. ب. ماك إيفوى وأوسكار زاريت	ممدوح عبدالمنعم
٤٠٣-	ربة المطر والملابس تصنع الناس (روايتان)	تودور شتورم وجوتفرد كولر	عماد حسن بكر
٤٠٤-	تعويذة الحسى	ديفيد إبرام	ظبية خميس
٤٠٥-	إيزابيل (رواية)	أندريه جيد	حمادة إبراهيم
٤٠٦-	المستعربون الإسبان فى القرن ١٩	مانويلا مانتاناريس	جمال عبد الرحمن
٤٠٧-	الأدب الإسبانى المعاصر بأقلام كتابه	مجموعة من المؤلفين	طلعت شاهين
٤٠٨-	معجم تاريخ مصر	جوان فوتشركنج	عنان الشهاوى
٤٠٩-	انتصار السعادة	برتراند راسل	إلهامى عمارة
٤١٠-	خلاصة القرن	كارل بوبر	الزواوى بغورة
٤١١-	همس من الماضى	جينيفر أكرمان	أحمد مستجير
٤١٢-	تاريخ إسبانيا الإسلامية (مج٢، جـ٢)	ليفى بروفنسال	بإشراف: صلاح فضل
٤١٣-	أغنيات المنفى (شعر)	ناظم حكمت	محمد البخارى
٤١٤-	الجمهورية العالمية للآداب	باسكال كازانوفا	أمل الصبان
٤١٥-	صورة كوكب (مسرحية)	فريدريش دورينمات	أحمد كامل عبدالرحيم
٤١٦-	مبادئ النقد الأدبى والعلم والشعر	أ. أ. رتشاردز	محمد مصطفى بدوى

-٤١٧	تاريخ النقد الأدبى الحديث (جـ٥)	رينيه ويليك	مجاهد عبدالمنعم مجاهد
-٤١٨	سياسات الزمر الحاكمة فى مصر العثمانية	جين هاثواى	عبد الرحمن الشيخ
-٤١٩	العصر الذهبى للإسكندرية	جون مارلو	نسيم مجلى
-٤٢٠	مكرو ميجاس (قصة فلسفية)	فولتير	الطيب بن رجب
-٤٢١	الولاء والقيادة فى المجتمع الإسلامى الأول	روى متحدة	أشرف كيلانى
-٤٢٢	رحلة لاستكشاف أفريقيا (جـ١)	ثلاثة من الرحالة	عبدالله عبدالرازق إبراهيم
-٤٢٣	إسراءات الرجل الطيف	نخبة	وحيد النقاش
-٤٢٤	لوائح الحق ولوامع العشق (شعر)	نور الدين عبدالرحمن الجامى	محمد علاء الدين منصور
-٤٢٥	من طاووس إلى فرح	محمود طلوعى	محمود علاوى
-٤٢٦	الخفافيش وقصص أخرى	نخبة	محمد علاء الدين منصور وعبد الحفيظ يعقوب
-٤٢٧	بانديراس الطاغية (رواية)	باى إنكلان	ثريا شلبى
-٤٢٨	الخزانة الخفية	محمد هوتك بن داود خان	محمد أمان صافى
-٤٢٩	أقدم لك: هيجل	ليود سبنسر وأندزجى كروز	إمام عبدالفتاح إمام
-٤٣٠	أقدم لك: كانط	كرستوفر وانت وأندزجى كليموفسكى	إمام عبدالفتاح إمام
-٤٣١	أقدم لك: فوكو	كريس هوروكس وزوران جفتيك	إمام عبدالفتاح إمام
-٤٣٢	أقدم لك: ماكياڤللى	باتريك كيرى وأوسكار زاريت	إمام عبدالفتاح إمام
-٤٣٣	أقدم لك: جويس	ديفيد نوريس وكارل فلنت	حمدى الجابرى
-٤٣٤	أقدم لك: الرومانسية	دونكان هيث وجودى بورهام	عصام حجازى
-٤٣٥	توجهات ما بعد الحداثة	نيكولاس زربرج	ناجى رشوان
-٤٣٦	تاريخ الفلسفة (مج١)	فردريك كوبلستون	إمام عبدالفتاح إمام
-٤٣٧	رحالة هندى فى بلاد الشرق العربى	شبلى النعمانى	جلال الحفناوى
-٤٣٨	بطلات وضحايا	إيمان ضياء الدين بيبرس	عايدة سيف الدولة
-٤٣٩	موت المرابى (رواية)	صدر الدين عينى	محمد علاء الدين منصور وعبد الحفيظ يعقوب
-٤٤٠	قواعد اللهجات العربية الحديثة	كرستن بروستاد	محمد طارق الشرقاوى
-٤٤١	رب الأشياء الصغيرة (رواية)	أرونداتى روى	فخرى لبيب
-٤٤٢	حتشبسوت: المرأة الفرعونية	فوزية أسعد	ماهر جويجاتى
-٤٤٣	اللغة العربية: تاريخها ومستوياتها وتأثيرها	كيس فرستيغ	محمد طارق الشرقاوى
-٤٤٤	أمريكا اللاتينية: الثقافات القديمة	لاوريت سيجورنه	صالح علمانى
-٤٤٥	حول وزن الشعر	پرويز ناتل خانلرى	محمد محمد يونس
-٤٤٦	التحالف الأسود	ألكسندر كوكبرن وجيفرى سانت كلير	أحمد محمود
-٤٤٧	أقدم لك: نظرية الكم	ج. ب. ماك إيڤوى وأوسكار زاريت	ممدوح عبدالمنعم
-٤٤٨	أقدم لك: علم نفس التطور	ديلان إيڤانز وأوسكار زاريت	ممدوح عبدالمنعم
-٤٤٩	أقدم لك: الحركة النسوية	نخبة	جمال الجزيرى
-٤٥٠	أقدم لك: ما بعد الحركة النسوية	صوفيا فوكا ورببيكا رايت	جمال الجزيرى
-٤٥١	أقدم لك: الفلسفة الشرقية	ريتشارد أوزبورن وبورن ڤان لون	إمام عبد الفتاح إمام
-٤٥٢	أقدم لك: لينين والثورة الروسية	ريتشارد إبجينانزى وأوسكار زاريت	محيى الدين مزيد
-٤٥٣	القاهرة: إقامة مدينة حديثة	جان لوك أرنو	حليم طوسون وفؤاد الدهان
-٤٥٤	خمسون عامًا من السينما الفرنسية	رينيه بريدال	سوزان خليل

الرقم	العنوان	المؤلف	المترجم
-٤٥٥	تاريخ الفلسفة الحديثة (مج٥)	فردريك كوبلستون	محمود سيد أحمد
-٤٥٦	لا تنسنى (رواية)	مريم جعفرى	هويدا عزت محمد
-٤٥٧	النساء في الفكر السياسى الغربى	سوزان موللر أوكين	إمام عبدالفتاح إمام
-٤٥٨	الموريسكيون الأندلسيون	مرثيديس غارثيا أرينال	جمال عبد الرحمن
-٤٥٩	نحو مفهوم لاقتصاديات الموارد الطبيعية	توم تيتنبرج	جلال البنا
-٤٦٠	أقدم لك: الفاشية والنازية	ستوارت هود وليتزا جانستز	إمام عبدالفتاح إمام
-٤٦١	أقدم لك: لكان	داريان ليدر وجودى جروفز	إمام عبدالفتاح إمام
-٤٦٢	طه حسين من الأزهر إلى السوربون	عبدالرشيد الصادق محمودى	عبدالرشيد الصادق محمودى
-٤٦٣	الدولة المارقة	ويليام بلوم	كمال السيد
-٤٦٤	ديمقراطية للقلة	مايكل بارنتى	حصة إبراهيم المنيف
-٤٦٥	قصص اليهود	لويس جنزبيرج	جمال الرفاعى
-٤٦٦	حكايات حب وبطولات فرعونية	فيولين فانويك	فاطمة عبد الله
-٤٦٧	التفكير السياسى والنظرة السياسية	ستيفين ديلو	ربيع وهبة
-٤٦٨	روح الفلسفة الحديثة	جوزايا رويس	أحمد الأنصارى
-٤٦٩	جلال الملوك	نصوص حبشية قديمة	مجدى عبدالرازق
-٤٧٠	الأراضى والجودة البيئية	جارى م. بيرزنسكى وآخرون	محمد السيد النئة
-٤٧١	رحلة لاستكشاف أفريقيا (جـ٢)	ثلاثة من الرحالة	عبد الله عبد الرازق إبراهيم
-٤٧٢	دون كيخوتى (القسم الأول)	ميجيل دى ثربانتس سابيدرا	سليمان العطار
-٤٧٣	دون كيخوتى (القسم الثانى)	ميجيل دى ثربانتس سابيدرا	سليمان العطار
-٤٧٤	الأدب والنسوية	بام موريس	سهام عبدالسلام
-٤٧٥	صوت مصر: أم كلثوم	فرجينيا دانيلسون	عادل هلال عنانى
-٤٧٦	أرض الحبايب بعيدة: بيرم التونسى	ماريلين بوث	سحر توفيق
-٤٧٧	تاريخ الصين منذ ما قبل التاريخ حتى القرن العشرين	هيلدا هوخام	أشرف كيلانى
-٤٧٨	الصين والولايات المتحدة	ليوشيه شنج و لى شى دونج	عبد العزيز حمدى
-٤٧٩	المقهـــى (مسرحية)	لاو شه	عبد العزيز حمدى
-٤٨٠	تساى ون جى (مسرحية)	كو مو روا	عبد العزيز حمدى
-٤٨١	بردة النبى	روى متحدة	رضوان السيد
-٤٨٢	موسوعة الأساطير والرموز الفرعونية	روبير جاك تيبو	فاطمة عبد الله
-٤٨٣	النسوية وما بعد النسوية	سارة جامبل	أحمد الشامى
-٤٨٤	جمالية التلقى	هانسن روبيرت ياوس	رشيد بنحدو
-٤٨٥	التوبة (رواية)	نذير أحمد الدهلوى	سمير عبدالحميد إبراهيم
-٤٨٦	الذاكرة الحضارية	يان أسمن	عبدالحليم عبدالغنى رجب
-٤٨٧	الرحلة الهندية إلى الجزيرة العربية	رفيع الدين المراد أبادى	سمير عبدالحميد إبراهيم
-٤٨٨	الحب الذى كان وقصائد أخرى	نخبة	سمير عبدالحميد إبراهيم
-٤٨٩	هُسرل: الفلسفة علمًا دقيقًا	إدموند هُسرل	محمود رجب
-٤٩٠	أسمار الببغاء	محمد قادرى	عبد الوهاب علوب
-٤٩١	نصوص قصصية من روائع الأدب الأفريقى	نخبة	سمير عبد ربه
-٤٩٢	محمد على مؤسس مصر الحديثة	جى فارجيت	محمد رفعت عواد

العنوان	المؤلف	المترجم
٤٩٣- خطابات إلى طالب الصوتيات	هارولد بالمر	محمد صالح الضالع
٤٩٤- كتاب الموتى: الخروج فى النهار	نصوص مصرية قديمة	شريف الصيفى
٤٩٥- اللوبى	إدوارد تيفان	حسن عبد ربه المصرى
٤٩٦- الحكم والسياسة فى أفريقيا (جـ١)	إكوادو باتولى	مجموعة من المترجمين
٤٩٧- العلمانية والنوع والدولة فى الشرق الأوسط	نادية العلى	مصطفى رياض
٤٩٨- النساء والنوع فى الشرق الأوسط الحديث	جوديث تاكر ومارجريت مريودز	أحمد على بدوى
٤٩٩- تقاطعات: الأمة والمجتمع والنوع	مجموعة من المؤلفين	فيصل بن خضراء
٥٠٠- فى طفولتى: دراسة فى السيرة الذاتية العربية	تيتز رووكى	طلعت الشايب
٥٠١- تاريخ النساء فى الغرب (جـ١)	أرثر جولد هامر	سحر فراج
٥٠٢- أصوات بديلة	مجموعة من المؤلفين	هالة كمال
٥٠٣- مختارات من الشعر الفارسى الحديث	نخبة من الشعراء	محمد نور الدين عبدالمنعم
٥٠٤- كتابات أساسية (جـ١)	مارتن هايدجر	إسماعيل المصدق
٥٠٥- كتابات أساسية (جـ٢)	مارتن هايدجر	إسماعيل المصدق
٥٠٦- ربما كان قديسًا (رواية)	أن تيلر	عبدالحميد فهمى الجمال
٥٠٧- سيدة الماضى الجميل (مسرحية)	بيتر شيفر	شوقى فهيم
٥٠٨- المولوية بعد جلال الدين الرومى	عبدالباقى جلبنارلى	عبدالله أحمد إبراهيم
٥٠٩- الفقر والإحسان فى عصر سلاطين المماليك	أدم صبرة	قاسم عبده قاسم
٥١٠- الأرملة الماكرة (مسرحية)	كارلو جولدونى	عبدالرازق عيد
٥١١- كوكب مرقَّع (رواية)	أن تيلر	عبدالحميد فهمى الجمال
٥١٢- كتابة النقد السينمائى	تيموثى كوريجان	جمال عبد الناصر
٥١٣- العلم الجسور	تيد أنتون	مصطفى إبراهيم فهمى
٥١٤- مدخل إلى النظرية الأدبية	جونثان كولر	مصطفى بيومى عبد السلام
٥١٥- من التقليد إلى ما بعد الحداثة	فدوى مالطى دوجلاس	فدوى مالطى دوجلاس
٥١٦- إرادة الإنسان فى علاج الإدمان	أرنولد واشنطون ودونا باوندى	صبرى محمد حسن
٥١٧- نقش على الماء وقصص أخرى	نخبة	سمير عبد الحميد إبراهيم
٥١٨- استكشاف الأرض والكون	إسحق عظيموف	هاشم أحمد محمد
٥١٩- محاضرات فى المثالية الحديثة	جوزايا رويس	أحمد الأنصارى
٥٢٠- الولع الفرنسى بمصر من الحلم إلى المشروع	أحمد يوسف	أمل الصبان
٥٢١- قاموس تراجم مصر الحديثة	أرثر جولد سميث	عبدالوهاب بكر
٥٢٢- إسبانيا فى تاريخها	أميركو كاسترو	على إبراهيم منوفى
٥٢٣- الفن الطليطلى الإسلامى والمدجن	باسيليو بابون مالدونادو	على إبراهيم منوفى
٥٢٤- الملك لير (مسرحية)	وليم شكسبير	محمد مصطفى بدوى
٥٢٥- موسم صيد فى بيروت وقصص أخرى	دنيس جونسون	نادية رفعت
٥٢٦- أقدم لك: السياسة البيئية	ستيفن كرول ووليم رانكين	محيى الدين مزيد
٥٢٧- أقدم لك: كافكا	ديفيد زين ميروفتس وروبرت كرمب	جمال الجزيرى
٥٢٨- أقدم لك: تروتسكى والماركسية	طارق على وفِلْ إيفانز	جمال الجزيرى
٥٢٩- بدائع العلامة إقبال فى شعره الأردى	محمد إقبال	حازم محفوظ وحسين نجيب المصرى
٥٣٠- مدخل عام إلى فهم النظريات التراثية	رينيه جينو	عمر الفاروق عمر

٥٣١-	ما الذى حَدَثَ فى «حَدَثِ» ١١ سبتمبر؟	جاك دريدا	صفاء فتحى
٥٣٢-	المغامرُ والمستشرق	هنرى لورنس	بشير السباعى
٥٣٣-	تعلُّم اللغة الثانية	سوزان جاس	محمد طارق الشرقاوى
٥٣٤-	الإسلاميون الجزائريون	سيڤرين لابا	حمادة إبراهيم
٥٣٥-	مخزن الأسرار (شعر)	نظامى الكنجوى	عبدالعزيز بقوش
٥٣٦-	الثقافات وقيم التقدم	صمويل هنتنجتون ولورانس هاريزون	شوقى جلال
٥٣٧-	للحب والحرية (شعر)	نخبة	عبدالغفار مكاوى
٥٣٨-	النفس والآخر فى قصص يوسف الشارونى	كيت دانيلر	محمد الحديدى
٥٣٩-	خمس مسرحيات قصيرة	كاريل تشرشل	محسن مصيلحى
٥٤٠-	توجهات بريطانية - شرقية	السير رونالد ستورس	رءوف عباس
٥٤١-	هى تتخيل وهلاوس أخرى	خوان خوسيه مياس	مروة رزق
٥٤٢-	قصص مختارة من الأدب اليونانى الحديث	نخبة	نعيم عطية
٥٤٣-	أقدم لك: السياسة الأمريكية	باتريك بروجان وكريس جرات	وفاء عبدالقادر
٥٤٤-	أقدم لك: ميلانى كلاين	روبرت هنشل وآخرون	حمدى الجابرى
٥٤٥-	يا له من سباق محموم	فرانسيس كريك	عزت عامر
٥٤٦-	ريموس	ت. ب. وايزمان	توفيق على منصور
٥٤٧-	أقدم لك: بارت	فيليب تودى وآن كورس	جمال الجزيرى
٥٤٨-	أقدم لك: علم الاجتماع	ريتشارد أوزبرن وبورن فان لون	حمدى الجابرى
٥٤٩-	أقدم لك: علم العلامات	بول كوبلى وليتاجانز	جمال الجزيرى
٥٥٠-	أقدم لك: شكسبير	نيك جروم وبيرو	حمدى الجابرى
٥٥١-	الموسيقى والعولمة	سايمون ماندى	سمحة الخولى
٥٥٢-	قصص مثالية	ميجيل دى ثربانتس	على عبد الرءوف البمبى
٥٥٣-	مدخل للشعر الفرنسى الحديث والمعاصر	دانيال لوفرس	رجاء ياقوت
٥٥٤-	مصر فى عهد محمد على	عفاف لطفى السيد مارسوه	عبدالسميع عمر زين الدين
٥٥٥-	الإستراتيجية الأمريكية للقرن الحادى والعشرين	أناتولى أوتكين	أنور محمد إبراهيم ومحمد نصرالدين الجبالى
٥٥٦-	أقدم لك: جان بودريار	كريس هوروكس وزوران جيفتك	حمدى الجابرى
٥٥٧-	أقدم لك: الماركيز دى ساد	ستوارت هود وجراهام كرولى	إمام عبدالفتاح إمام
٥٥٨-	أقدم لك: الدراسات الثقافية	زيودين ساردارويورين ڤان لون	إمام عبدالفتاح إمام
٥٥٩-	الماس الزائف (رواية)	تشا تشاجى	عبدالحى أحمد سالم
٥٦٠-	صلصلة الجرس (شعر)	محمد إقبال	جلال السعيد الحفناوى
٥٦١-	جناح جبريل (شعر)	محمد إقبال	جلال السعيد الحفناوى
٥٦٢-	بلايين وبلايين	كارل ساجان	عزت عامر
٥٦٣-	ورود الخريف (مسرحية)	خاثينتو بينابينتى	صبرى محمدى التهامى
٥٦٤-	عُش الغريب (مسرحية)	خاثينتو بينابينتى	صبرى محمدى التهامى
٥٦٥-	الشرق الأوسط المعاصر	ديبورا ج. جيرنر	أحمد عبدالحميد أحمد
٥٦٦-	تاريخ أوروبا فى العصور الوسطى	موريس بيشوب	على السيد على
٥٦٧-	الوطن المغتصب	مايكل رايس	إبراهيم سلامة إبراهيم
٥٦٨-	الأصولى فى الرواية	عبد السلام حيدر	عبد السلام حيدر

٥٦٩- موقع الثقافة	هومي بابا	ثائر ديب
٥٧٠- دول الخليج الفارسي	سير رويرت هاي	يوسف الشاروني
٥٧١- تاريخ النقد الإسباني المعاصر	إيميليا دي ثوليتا	السيد عبد الظاهر
٥٧٢- الطب في زمن الفراعنة	برونو أليوا	كمال السيد
٥٧٣- أقدم لك: فرويد	ريتشارد ابيجنانس وأسكار زارتي	جمال الجزيري
٥٧٤- مصر القديمة في عيون الإيرانيين	حسن بيرنيا	علاء الدين السباعي
٥٧٥- الاقتصاد السياسي للعولمة	نجير وودز	أحمد محمود
٥٧٦- فكر ثربانتس	أمريكو كاسترو	ناهد العشري محمد
٥٧٧- مغامرات بينوكيو	كارلو كولودي	محمد قدري عمارة
٥٧٨- الجماليات عند كيتس وهنت	أيومي ميزوكوشي	محمد إبراهيم وعصام عبد الروف
٥٧٩- أقدم لك: تشومسكي	چون ماهر وچودي جرونز	محيي الدين مزيد
٥٨٠- دائرة المعارف الدولية (مج١)	جون فيزر وبول سيترجز	بإشراف: محمد فتحي عبدالهادي
٥٨١- الحمقى يموتون (رواية)	ماريو بوزو	سليم عبد الأمير حمدان
٥٨٢- مرايا على الذات (رواية)	هوشنك كلشيري	سليم عبد الأمير حمدان
٥٨٣- الجيران (رواية)	أحمد محمود	سليم عبد الأمير حمدان
٥٨٤- سفر (رواية)	محمود دولت آبادي	سليم عبد الأمير حمدان
٥٨٥- الأمير احتجاب (رواية)	هوشنك كلشيري	سليم عبد الأمير حمدان
٥٨٦- السينما العربية والأفريقية	ليزبيث مالكموس وروي أرمز	سهام عبد السلام
٥٨٧- تاريخ تطور الفكر الصيني	مجموعة من المؤلفين	عبدالعزيز حمدي
٥٨٨- أمنحوتپ الثالث	أنييس كابرول	ماهر جويجاتي
٥٨٩- تمبكت العجيبة (رواية)	فيلكس ديبوا	عبدالله عبدالرازق إبراهيم
٥٩٠- أساطير من الموروثات الشعبية الفنلندية	نخبة	محمود مهدي عبدالله
٥٩١- الشاعر والمفكر	هوراتيوس	علي عبدالتواب علي وصلاح رمضان السيد
٥٩٢- الثورة المصرية (جـ١)	محمد صبري السوربوني	مجدي عبدالحافظ وعلي كورخان
٥٩٣- قصائد ساحرة	بول فاليري	بكر الحلو
٥٩٤- القلب السمين (قصة أطفال)	سوزانا تامارو	أماني فوزي
٥٩٥- الحكم والسياسة في أفريقيا (جـ٢)	إكوادو بانولي	مجموعة من المترجمين
٥٩٦- الصحة العقلية في العالم	روبرت ديجارليه وآخرون	إيهاب عبدالرحيم محمد
٥٩٧- مسلمو غرناطة	خوليو كاروباروخا	جمال عبدالرحمن
٥٩٨- مصر وكنعان وإسرائيل	دونالد ريدفورد	بيومي علي قنديل
٥٩٩- فلسفة الشرق	هرداد مهرين	محمود علاوي
٦٠٠- الإسلام في التاريخ	برنارد لويس	مدحت طه
٦٠١- النسوية والمواطنة	ريان فوت	أيمن بكر وسمر الشيشكلي
٦٠٢- ليوتار:نحو فلسفة ما بعد حداثية	چيمس وليامز	إيمان عبدالعزيز
٦٠٣- النقد الثقافي	آرثر أيزابرجر	وفاء إبراهيم ورمضان بسطاويسي
٦٠٤- الكوارث الطبيعية (مج١)	باتريك ل. أبوت	توفيق علي منصور
٦٠٥- مخاطر كوكبنا المضطرب	إرنست زيبروسكي (الصغير)	مصطفى إبراهيم فهمي
٦٠٦- قصة البردي اليوناني في مصر	ريتشارد هاريس	محمود إبراهيم السعدني

٦٠٧-	قلب الجزيرة العربية (جـ١)	هارى سينت فيلبى	صبرى محمد حسن
٦٠٨-	قلب الجزيرة العربية (جـ٢)	هارى سينت فيلبى	صبرى محمد حسن
٦٠٩-	الانتخاب الثقافى	أجنر فوج	شوقى جلال
٦١٠-	العمارة المدجنة	رفائيل لويث جوثمان	على إبراهيم منوفى
٦١١-	النقد والأيديولوجية	تيرى إيجلتون	فخرى صالح
٦١٢-	رسالة النفسية	فضل الله بن حامد الحسينى	محمد محمد يونس
٦١٣-	السياحة والسياسة	كولن مايكل هول	محمد فريد حجاب
٦١٤-	بيت الأقصر الكبير(رواية)	فوزية أسعد	منى قطان
٦١٥-	عرض الأحداث التى وقعت فى بغداد من ١٩١٧ إلى ١٩١٩	أليس بسيرينى	محمد رفعت عواد
٦١٦-	أساطير بيضاء	روبرت يانج	أحمد محمود
٦١٧-	الفولكلور والبحر	هوراس بيك	أحمد محمود
٦١٨-	نحو مفهوم لاقتصاديات الصحة	تشارلز فيلبس	جلال البنا
٦١٩-	مفاتيح أورشليم القدس	ريمون استانبولى	عايدة الباجورى
٦٢٠-	السلام الصليبى	توماش ماستناك	بشير السباعى
٦٢١-	النوبة المعبر الحضارى	وليم ى. أدمز	فؤاد عكود
٦٢٢-	أشعار من عالم اسمه الصين	أى تشينغ	أمير نبيه وعبدالرحمن حجازى
٦٢٣-	نوادر جحا الإيرانى	سعيد قانعى	يوسف عبدالفتاح
٦٢٤-	أزمة العالم الحديث	رينيه جينو	عمر الفاروق عمر
٦٢٥-	الجرح السرى	جان جينيه	محمد برادة
٦٢٦-	مختارات شعرية مترجمة (جـ٢)	نخبة	توفيق على منصور
٦٢٧-	حكايات إيرانية	نخبة	عبدالوهاب علوب
٦٢٨-	أصل الأنواع	تشارلس داروين	مجدى محمود المليجى
٦٢٩-	قرن آخر من الهيمنة الأمريكية	نيقولاس جويات	عزة الخميسى
٦٣٠-	سيرتى الذاتية	أحمد بللو	صبرى محمد حسن
٦٣١-	مختارات من الشعر الأفريقى المعاصر	نخبة	بإشراف: حسن طلب
٦٣٢-	المسلمون واليهود فى مملكة فالنسيا	دولورس برامون	رانيا محمد
٦٣٣-	الحب وفنونه (شعر)	نخبة	حمادة إبراهيم
٦٣٤-	مكتبة الإسكندرية	روى ماكلويد وإسماعيل سراج الدين	مصطفى البهنساوى
٦٣٥-	التثبيت والتكيف فى مصر	جودة عبد الخالق	سمير كريم
٦٣٦-	حج يولندة	جناب شهاب الدين	سامية محمد جلال
٦٣٧-	مصر الخديوية	ف. روبرت هنتر	بدر الرفاعى
٦٣٨-	الديمقراطية والشعر	روبرت بن ورين	فؤاد عبد المطلب
٦٣٩-	فندق الأرق (شعر)	تشارلز سيميك	أحمد شافعى
٦٤٠-	ألكسياد	الأميرة أنّاكومنينا	حسن حبشى
٦٤١-	برتراندرسل (مختارات)	برتراند رسل	محمد قدرى عمارة
٦٤٢-	أقدم لك: داروين والتطور	جوناثان ميلر وبورين فان لون	ممدوح عبد المنعم
٦٤٣-	سفرنامه حجاز (شعر)	عبد الماجد الدريابادى	سمير عبدالحميد إبراهيم
٦٤٤-	العلوم عند المسلمين	هوارد د.تيرنر	فتح الله الشيخ

٦٤٥- السياسة الخارجية الأمريكية ومصادرها الداخلية	تشارلز كجلى ويوجين ويتكوف	عبد الوهاب علوب
٦٤٦- قصة الثورة الإيرانية	سيهر ذبيح	عبد الوهاب علوب
٦٤٧- رسائل من مصر	جون نينيه	فتحى العشرى
٦٤٨- بورخيس	بياتريث سارلو	خليل كلفت
٦٤٩- الخوف وقصص خرافية أخرى	جى دى موباسان	سحر يوسف
٦٥٠- الدولة والسلطة والسياسة فى الشرق الأوسط	روجر أوين	عبد الوهاب علوب
٦٥١- ديليسبس الذى لا نعرفه	وثائق قديمة	أمل الصبان
٦٥٢- آلهة مصر القديمة	كلود ترونكر	حسن نصر الدين
٦٥٣- مدرسة الطغاة (مسرحية)	إيريش كستنر	سمير جريس
٦٥٤- أساطير شعبية من أوزبكستان (جـ١)	نصوص قديمة	عبد الرحمن الخميسى
٦٥٥- أساطير وآلهة	إيزابيل فرانكو	حليم طوسون ومحمود ماهر طه
٦٥٦- خبز الشعب والأرض الحمراء (مسرحيتان)	ألفونسو ساسترى	ممدوح البستاوى
٦٥٧- محاكم التفتيش والموريسكيون	مرثيديس غارثيا أرينال	خالد عباس
٦٥٨- حوارات مع خوان رامون خيمينيث	خوان رامون خيمينيث	صبرى التهامى
٦٥٩- قصائد من إسبانيا وأمريكا اللاتينية	نخبة	عبداللطيف عبدالحليم
٦٦٠- نافذة على أحدث العلوم	ريتشارد فايفيلد	هاشم أحمد محمد
٦٦١- روائع أندلسية إسلامية	نخبة	صبرى التهامى
٦٦٢- رحلة إلى الجذور	داسو سالدييار	صبرى التهامى
٦٦٣- امرأة عادية	ليوسيل كليفتون	أحمد شافعى
٦٦٤- الرجل على الشاشة	ستيفن كوهان وإنا راى هارك	عصام زكريا
٦٦٥- عوالم أخرى	بول دافيز	هاشم أحمد محمد
٦٦٦- تطور الصورة الشعرية عند شكسبير	وولفجانج اتش كليمن	جمال عبد الناصر ومدحت الجيار وجمال جاد الرب
٦٦٧- الأزمة القادمة لعلم الاجتماع الغربى	ألفن جولدنر	على ليلة
٦٦٨- ثقافات العولمة	فريدريك جيمسون وماساو ميوشى	ليلى الجبالى
٦٦٩- ثلاث مسرحيات	وول شوينكا	نسيم مجلى
٦٧٠- أشعار جوستاف أدولفو	جوستاف أدولفو بكر	ماهر البطوطى
٦٧١- قل لى كم مضى على رحيل القطار؟	جيمس بولدوين	على عبدالأمير صالح
٦٧٢- مختارات من الشعر الفرنسى للأطفال	نخبة	إبتهال سالم
٦٧٣- ضرب الكليم (شعر)	محمد إقبال	جلال الحفناوى
٦٧٤- ديوان الإمام الخمينى	آية الله العظمى الخمينى	محمد علاء الدين منصور
٦٧٥- أثينا السوداء (جـ٢، مج١)	مارتن برنال	بإشراف: محمود إبراهيم السعدنى
٦٧٦- أثينا السوداء (جـ٢، مج٢)	مارتن برنال	بإشراف: محمود إبراهيم السعدنى
٦٧٧- تاريخ الأدب فى إيران (جـ١ ، مج١)	إدوارد جرانفيل براون	أحمد كمال الدين حلمى
٦٧٨- تاريخ الأدب فى إيران (جـ٢ ، مج٢)	إدوارد جرانفيل براون	أحمد كمال الدين حلمى
٦٧٩- مختارات شعرية مترجمة (جـ٢)	وليام شكسبير	توفيق على منصور
٦٨٠- سنوات الطفولة (رواية)	وول شوينكا	سمير عبد ربه
٦٨١- هل يوجد نص فى هذا الفصل؟	ستانلى فش	أحمد الشيمى
٦٨٢- نجوم حظر التجوال الجديد (رواية)	بن أوكرى	صبرى محمد حسن

٦٨٣-	سكين واحد لكل رجل (رواية)	ت. م. ألوكو	صبرى محمد حسن
٦٨٤-	الأعمال القصصية الكاملة (أنا كندا) (جـ١)	أوراثيو كيروجا	رزق أحمد بهنسى
٦٨٥-	الأعمال القصصية الكاملة (الصحراء) (جـ٢)	أوراثيو كيروجا	رزق أحمد بهنسى
٦٨٦-	امرأة محاربة (رواية)	ماكسين هونج كنجستون	سحر توفيق
٦٨٧-	محبوبة (رواية)	فتانة حاج سيد جوادى	ماجدة العنانى
٦٨٨-	الانفجارات الثلاثة العظمى	فيليب م. دوبر وريتشارد أ. موار	فتح الله الشيخ وأحمد السماحى
٦٨٩-	الملف (مسرحية)	تادووش روجيفيتش	هناء عبد الفتاح
٦٩٠-	محاكم التفتيش فى فرنسا	(مختارات)	رمسيس عوض
٦٩١-	ألبرت أينشتين: حياته وغرامياته	(مختارات)	رمسيس عوض
٦٩٢-	أقدم لك: الوجودية	ريتشارد أبيجانسى وأوسكار زاريت	حمدى الجابرى
٦٩٣-	أقدم لك: القتل الجماعى (المحرقة)	حائيم برشيت وآخرون	جمال الجزيرى
٦٩٤-	أقدم لك: دريدا	جيف كولينز وبيل مايبلين	حمدى الجابرى
٦٩٥-	أقدم لك: رسل	ديف روبنسون وجودى جروف	إمام عبدالفتاح إمام
٦٩٦-	أقدم لك: روسو	ديف روبنسون وأوسكار زاريت	إمام عبدالفتاح إمام
٦٩٧-	أقدم لك: أرسطو	روبرت ودفين وجودى جروفس	إمام عبدالفتاح إمام
٦٩٨-	أقدم لك: عصر التنوير	ليود سبنسر وأندرزيجى كروز	إمام عبدالفتاح إمام
٦٩٩-	أقدم لك: التحليل النفسى	إيفان وارد وأوسكار زارايت	جمال الجزيرى
٧٠٠-	الكاتب وواقعه	ماريو فرجاش	بسمة عبدالرحمن
٧٠١-	الذاكرة والحداثة	وليم رود فيفيان	منى البرنس
٧٠٢-	الأمثال الفارسية	أحمد وكيليان	محمود علاوى
٧٠٣-	تاريخ الأدب فى إيران (جـ٢)	إدوارد جرانفيل براون	أمين الشواربى
٧٠٤-	فيه ما فيه	مولانا جلال الدين الرومى	محمد علاء الدين منصور وآخرون
٧٠٥-	فضل الأنام من رسائل حجة الإسلام	الإمام الغزالى	عبدالحميد مدكور
٧٠٦-	الشفرة الوراثية وكتاب التحولات	جونسون ف. يان	عزت عامر

طبع بالهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية

رقم الإيداع ١٠٩٩٦ / ٢٠٠٥

الرقم الدولى -9-823-305-977